

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE CIVIL**

**TEMA:**

**“INVENTARIO DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMOS QUITO - IBARRA”**

**AUTORES:**

**FERNANDO CADENA**

**MARCO DE LA TORRE**

**DIRECTOR:**

**ING. DIEGO EGAS**

**CORRECTORES:**

**ING. PATRICIO CASTRO**

**ING GUSTAVO YÁNEZ**

**QUITO – ECUADOR**

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
<b>Situación actual de la Vía.....</b>	<b>1</b>
<b>Proyecto FEEP (Ferrocarriles Ecuador Empresa Pública).....</b>	<b>2</b>
<b>Objetivo General .....</b>	<b>2</b>
<b>Objetivo Específicos .....</b>	<b>2</b>
CAPÍTULO I “HISTORIA DEL FERROCARRIL”.....	4
<b>1.1. Introducción .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Historia del ferrocarril en América Latina .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Historia del Ferrocarril en el ECUADOR.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4. Ferrocarriles Urbanos .....</b>	<b>10</b>
<b>1.5. Transporte intermodal .....</b>	<b>10</b>
CAPITULO II “INFLUENCIA DEL FERROCARRIL EN LA SITUACIÓN SOCIAL, ECONÓMICA Y POLÍTICA DEL ECUADOR” .....	12
<b>2.1. Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Medio Físico.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3. Medio humano.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4. Beneficios económicos.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5. Beneficios turísticos.....</b>	<b>16</b>
<b>2.6. Beneficios políticos.....</b>	<b>17</b>
<b>2.7. Beneficios militares .....</b>	<b>18</b>
CAPITULO III “CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA FERREO” .....	20
<b>3.1. Subestructura .....</b>	<b>20</b>
3.1.1. Plataforma Línea Férrea.....	20
<b>a. Soporte subrasante .....</b>	<b>21</b>
<b>a.1. Subrasante.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. Drenaje y Alcantarillado .....</b>	<b>26</b>
3.2.1. Drenaje.....	26
3.2.2. Alcantarillado.....	27
<b>3.3. Superestructura .....</b>	<b>27</b>
3.3.1. Rieles .....	28
3.3.2. Durmientes.....	33

3.3.3. Aparatos de vía .....	36
<b>a.1. Cambios</b> .....	36
<b>a.2. Travesías</b> .....	37
<b>3.4. Túneles</b> .....	37
<b>3.5. Puentes</b> .....	38
CAPITULO IV “INVENTARIO DE LA LÍNEA FÉRREA QUITO-IBARRA” .....	39
<b>4.1. Metodología</b> .....	39
<b>4.2. Descripción general de la zona</b> .....	42
4.2.1. Clima.....	42
4.2.2. Geología.....	43
4.2.3. Infraestructura .....	44
<b>4.3. Descripción de tablas</b> .....	44
4.3.1. Subestructura vial .....	44
4.3.2. Superestructura .....	44
<b>Inventario de materiales</b> .....	45
Durmientes .....	45
Clavos .....	45
Rieles .....	45
Chavetas .....	45
Aparatos de vía .....	46
Plataforma vial.....	46
Observaciones.....	46
4.3.3. Puentes .....	46
<b>Inventario de puentes</b> .....	46
4.3.4. Túneles.....	46
<b>Inventario de túneles</b> .....	47
CAPITULO V “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES” .....	48
<b>5.1. Resumen de Infraestructura</b> .....	48
A continuación de muestra la infraestructura más relevante existente en la línea férrea. ...	48
5.1.1. Vías de Comunicación Principal.....	48
5.1.2. Vías de Comunicación Secundaria .....	49
5.1.3. Turística .....	50
5.1.4. Policial .....	51

5.1.5. Médica .....	52
5.1.6. Estación de Servicio.....	53
5.1.7. Agua Potable.....	54
5.1.8. Alcantarillado.....	55
<b>5.2. Resumen del inventario de materiales .....</b>	<b>56</b>
5.2.1. Durmientes.....	56
5.2.2. Rieles .....	57
5.2.3. Chavetas.....	58
5.2.4. Aparatos de la Vía.....	59
Inventario de las condiciones de los aparatos de la vía a lo largo de la línea férrea. ....	59
5.2.5. Balasto .....	60
<b>5.3. Resumen de inventario de obras.....</b>	<b>61</b>
5.3.1. Resumen del inventario de Túneles .....	61
Estado de los túneles existentes a lo largo de la línea férrea. ....	61
5.3.2. Resumen del inventario de Puentes .....	63
<b>5.4. Conclusiones generales .....</b>	<b>65</b>
<b>5.5. Recomendaciones .....</b>	<b>66</b>
BIBLIOGRAFÍA .....	69
ANEXO A : FOTOGRAFÍAS DE LA VÍA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA .....	70
ANEXO B: TABLAS DE INVENTARIO DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMOS QUITO - IBARRA .....	77

## **INTRODUCCIÓN**

El transporte cumple un rol de gran importancia en la vida socioeconómica de las personas a todo nivel social. Se la considera como una actividad derivada (las personas se transportan por necesidad, ocio, trabajo, educación, entre otras); diversa en horarios y modos de transporte y costoso puesto que sus proyectos son costosos y a largo plazo. El crecimiento abrupto que ha tenido la población Ecuatoriana en los últimos años ha aumentado considerablemente necesidades de educación, comunicación, trabajo y diversión, para lo cual, indudablemente, necesitan movilizarse de un lugar a otro; por lo que entrar en un Plan de Rehabilitación de ciertos tramos del Ferrocarril actualmente inhabilitados, es de gran interés para aumentar el desarrollo de las regiones, a lo largo del país, especialmente de los poblados que se encuentran cerca de la línea férrea y de aquellas zonas aledañas que se encuentran, en muchas ocasiones, olvidadas. Para estas zonas rurales, uno de sus principales medios de transporte era el ferrocarril y es una de sus bases para la economía.

Otro aspecto importante que se tiene que considerar es el incremento de la capacidad de transportar diferentes tipos de artículos de carga para el cual el ferrocarril es un medio idóneo puesto que su capacidad de transporte es masiva al movilizar varios vagones y al mismo tiempo se protegería a las carreteras del paso de vehículos pesados descongestionando así las vías de alto tránsito y disminuyendo el número de vehículos que transitan en ellas.

### **Situación actual de la Vía**

La Vía Férrea tramo Quito-Ibarra se encuentra en su gran mayoría abandonada no ha tenido ninguna clase de intervención ni de estudio durante los últimos años. Uno de los problemas más notables que presenta la vía son las invasiones, las cuales no han respetado el trayecto y han hecho de la línea del tren acceso único hacia residencias particulares, la falta de mantenimiento y cuidado a logrado que los fuertes inviernos deterioren drásticamente la vía perdiéndose la mayor parte de sus elementos. En otros sectores los elementos de la vía tales como rieles, durmientes y pernos han sido sustraídos.

Se desconoce actualmente el estado en el que se encuentra la vía férrea y tampoco se sabe la cantidad de elementos que existen en la misma. No existe información actualizada para determinar el inventario actual de la misma.

### **Proyecto FEEP (Ferrocarriles Ecuador Empresa Pública)**

La Institución de Ferrocarriles Ecuador Empresa Pública tiene el interés de conocer la situación actual de la línea férrea en los tramos Quito a Ibarra. Su principal objetivo es tener la documentación actualizada de la vía, para de ver si es factible su rehabilitación en el trayecto Quito – Cumbaya. Con esto el ferrocarril se convertiría en un medio de transporte alternativo, para descongestionar el tránsito vehicular en dicho sector. El tren, al tener una vía exclusiva, tiene tiempos de viajes determinados, lo cual no sucede con otros tipos de transporte, razón por la cual puede considerarse como una opción para los distintos usuarios. También se debe considerar que el tren puede ser utilizado para el transporte de carga, lo que lo convierte en un medio de transporte versátil.

### **Objetivo General**

Realizar un inventario global del estado actual de la Línea Férrea Tramo Norte sección Quito-Ibarra, haciendo una descripción por kilómetro de las condiciones actuales en las que se encuentra la vía férrea con el propósito de su futura rehabilitación.

### **Objetivo Específicos**

- a) Realizar el inventario técnico del estado de la línea férrea en los tramos Quito-Ibarra, por medio de salidas de campo.
- b) Hacer una investigación para adquirir conocimientos sobre la estructura vial férrea mediante conceptos bibliográficos.
- c) Emitir soluciones sobre el estado de la vía de dichos tramos.

### **Metodología**

El presente inventario se realizó de la siguiente forma:

- Se realizó una investigación del sistema del ferrocarril:

- Historia
- Influencia del tren.
- Las características generales del sistema férreo.
- Una vez adquiridos los conocimientos generales se procedió hacer vistas en campo, tomando anotaciones por kilómetro de los materiales existentes del trayecto.
- Se elaboraron tablas en donde consta el inventario de los datos que se recolectaron en las visitas de campo:
  - Inventario de la infraestructura de la línea férrea.
  - Inventario de cuneta, alcantarillado y muros de contención de la línea férrea.
  - Inventario de materiales de la línea férrea.
  - Inventario de puentes de la línea férrea.
  - Inventario de túneles de la línea férrea.
- Se concluyó el trabajo elaborando un análisis técnico de las tablas, para poder emitir conclusiones sobre los trabajos que se deben realizar en la vía para su rehabilitación:
  - Existencia o no de vías de comunicación principales y secundarias.
  - Existencia o no de infraestructura turística.
  - Existencia o no de infraestructura policial.
  - Existencia o no de infraestructura médica.
  - Existencia o no de estaciones de servicios.
  - Existencia o no estaciones primarias: agua potable y alcantarillado.
  - Estado de los materiales existentes en la vía: durmientes, rieles, chavetas, aparatos de vía y balasto.

- Resumen de inventario de obras: túneles y puentes.
- En base a los resultados que se obtuvieron del análisis, se emitieron recomendaciones para la rehabilitación de la vía.

## **CAPÍTULO I “HISTORIA DEL FERROCARRIL”**

### **1.1. Introducción**

La concepción de un ferrocarril ecuatoriano vino de la creciente necesidad que se tenía en el país de vías de comunicación entre diversos puntos geográficos del país. En aquellas épocas, existían pocas vías de comunicación por lo cual se vio la necesidad de construir un medio de transporte que conectará puntos importantes dentro del país. En la época de su concepción e idealización (finales del siglo XIX) el Ferrocarril Ecuatoriano, fue un eje integrador de las más importantes regiones de la nación y por medio de éste se facilitó el comercio y comunicación entre las diferentes regiones del país por las cuales pasaba el ferrocarril. En su tiempo, se convirtió en un el medio de transporte más importante. Cabe recalcar que en la actualidad se encuentra parcialmente rehabilitado, pero en su mayoría ha sido olvidado. Es por esta razón que es importante analizar sus raíces y la importancia que tuvo en su época con el objetivo de reavivar este medio de transporte tan importante (Castro, 2006).

A medida que crece la población de un país, también crece su necesidad de transportarse a diferentes lugares y de encontrar formas más fáciles de comunicación y transporte. También se crece la necesidad de encontrar un medio de transporte cómodo, económicamente accesible que pueda transportar importantes un considerable número de personas y mercancías. Uno de los más grandes inventos que se ha dado a lo largo de la historia de la humanidad es el Ferrocarril. Con este invento, se logró dejar de depender de los cansados viajes a caballo en donde solo se podía recorrer una distancia mínima diaria y en el cual solo se podía transportar un número contado de personas por medio de un



carruaje. El ferrocarril es un medio de transporte a gran escala el cual está constituido por vagones con ruedas guiadas que se mueven sobre rieles, acarreados por una locomotora.

## **1.2. Historia del ferrocarril en América Latina**

En el año de 1767, en el país de Inglaterra, ya se dieron los primeros pasos hacia el uso de carriles de hierro en donde se utilizaban ferrocarriles que eran llevados por animales de carga. Richard Trevittheik es atribuido a construir la primera locomotora que se puede decir eficiente y George Stephenson logró hacer un sistema integral de locomotora a vapor que acarrearía vagones en donde se podría transportar productos al igual que personas entre los años de (1781-1848) (Castro, 2006).

El 27 de Julio de 1825 la primera locomotora fue construida por Stephenson y de esta manera se dio lugar a la inauguración de la línea entre Stockton y Darlington y fue la primera vez en la que se pudo transportar pasajeros en el mundo. En un inicio se tuvo mucha oposición puesto que muchos transportistas vieron sus intereses afectados y crearon una revuelta para generar oposición hacía el avance del ferrocarril, puesto que éste se estaba convirtiendo en un sistema de transporte de pasajeros y de productos muy eficiente. Desde otro punto de vista, la creación del ferrocarril trajo una demanda muy grande de hierro, madera, vidrio, mano de obra especializada, entre otras, movimiento que incentivo mucho el crecimiento de la minería, siderurgia, carbón e industrias auxiliares (Castro, 2006).

Luego de que se resolvieron muchos problemas y se vio la eficacia de este nuevo sistema de transporte, la fiebre del ferrocarril se esparció por todo el mundo puesto que se había convertido en un sinónimo de progreso. Se tenían varias ventajas puesto que el comercio entre ciudades se agilitaba al igual que el transporte de personas e información. Cuba fue uno de los primeros países en tener una línea ferroviaria entre la Habana y el Bejucal. El primer ferrocarril en México se inauguró el 15 de septiembre de 1850, una línea con una pequeña longitud pero que marcaba el inicio de la era del ferrocarril. Unía al pueblo de Veracruz con San Juan. En las primeras décadas del siglo veinte, México ya contaba con líneas ferroviarias que permitían recorrer todo el país. La mayor parte de la inversión necesaria para construir estas obras era financiada por concesiones dadas a

gobiernos en especial el gobierno inglés y estadounidense. En el año de 1857 se inauguró el primer ferrocarril en Argentina que tenían como principal propósito unir los principales centros de producción ganadera y minera con algunos puertos de donde se exportaba la materia prima para Europa y Estados Unidos. (Castro, 2006)

Uno de los principales problemas que enfrentaba el ferrocarril en América Latina, era que se constituía como un sistema de transporte para el comercio exterior (exportaciones de bienes y servicios) y no como un medio de comunicación interno de las naciones. Sin embargo, cuando estallo la revolución mexicana, los países se dieron cuenta que el ferrocarril podía transportar tropas, armas e ideas con propósito de comunicar el centro de Mando con los diferentes grupos de militares en lucha. El ferrocarril empezaba a convertirse como el único medio de expansión de los países. América Latina, simplemente estaba actualizándose a una revolución en el sistema de transporte que se estaba dando en toda Europa (Castro, 2006).

De este modo el ferrocarril empezó a convertirse en un símbolo de unión y progreso en los países en vías de desarrollo.

### **1.3. Historia del Ferrocarril en el ECUADOR**

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX el tren hizo un gran cambio dentro del país y causó un gran impacto en diferentes ámbitos del país. A medida que los años avanzan, la gran historia del ferrocarril se ha ido perdiendo con el tiempo, olvidando así una de las más grandes obras que se hicieron en la historia del Ecuador. Es importante recalcar la gran contribución que este medio de transporte hizo en el país y comprender su gran influencia en el cotidiano vivir. Fue un medio de transporte que logró unir distintos puntos importantes dentro de la geografía nacional. Viendo la importancia de cada las principales ciudades dentro del Ecuador se definieron dos ramales llamados Ferrocarril del Norte y Ferrocarril del Sur. El principal de estos dos fue el del sur puesto que era llamado trasandino, puesto que une Quito y Guayaquil desde 1908. El ferrocarril del Norte demoró mucho su construcción puesto que su inauguración se hizo el 27 de agosto de 1957 (Castro, 2006).

Viendo la necesidad del ferrocarril, García Moreno tomó la iniciativa de realizar su construcción. Es cuando en 1861 la Convención Nacional da autorización al presidente de la república a realizar la construcción del ferrocarril desde un punto de la costa hacia Quito. En el decreto se especifica claramente que se necesitan vías de comunicación versátiles y rápidas. También se muestra que, si no existen vías de acceso fáciles a la costa, se retrasa el comercio y el progreso entre las principales ciudades del país. A pesar de que el estado ecuatoriano no tenía los fondos suficientes, se buscó promover el proyecto en Europa y Estados Unidos con el fin de encontrar los recursos necesarios para su construcción. La construcción del ferrocarril comenzó en 1873, puesto que la carretera de Quito estaba siendo construida y tenía un tiempo de culminación más corto, razón por la cual se la dio prioridad. A la final la obra ferroviaria fue financiada por medio del pago de estancos de sal y cobro de tarifas ferroviarias por un tiempo determinado. La ruta que se inició fue el Yaguachi Sibame. El banco del Ecuador da al ferrocarril 80000 libras esterlinas para su construcción. El ingeniero Enrique McClellan, antiguo constructor del estado traído a petición del presidente García Moreno, se encargó de buscar inversionistas en Estados Unidos y en 1874 se dio la inauguración de la vía Yaguachi Milagro en el Guayas. En esta ruta circulaban locomotoras llamadas Quito y Guayaquil. Hasta que se dio la muerte del presidente Moreno, Ecuador ya tenía 45 km de ferrocarril (Castro, 2006).

En la presidencia de José María Placido y Camaño, se propone la meta de completar 82 km más de vía férrea desde Chimbo hasta Sibambe, que hasta 1880 tenía 70 km. Para lograr este objetivo, se llegó a un acuerdo con la empresa Jameston Kelly para la construcción de 82 km en un plazo de 4 años a un costo de 2400000 pesos. Parte del financiamiento se lo logró dándole a la empresa el monopolio de la explotación de sal y del tramo del ferrocarril en servicio por 12 años. En el año de 1886 se elaboró el puente sobre el río Chimbo, un puente de estructura metálica. Durante este periodo también se pudo dar comienzo a la construcción del ferrocarril Norte tramos bahía Chone (Castro, 2006).

En el año de 1888, Antonio Flores Jijón sube a la presidencia de la República, pero en este periodo, se ve que el corto presupuesto del Estado no puede cubrir la construcción de las líneas férreas. Luego en la presidencia de Luis Cordero en 1895 se continuó los trabajos ferroviarios imponiendo algunos impuestos como la sal, carreteras, ferrocarril entre otros. Pero no tuvo éxito en su gestión y las obras no tuvieron ningún avance sustancial. Los inversionistas extranjeros no querían invertir en la obra dada la gran inestabilidad política

de la época. Además, se tenía problemas en la construcción puesto que la subida a la cordillera desde sitios con menores alturas, significaba una labor muy ardua y de altos costos. Habiendo tantos problemas en su construcción muchos pensaron que el camino de herradura era una mejor opción y más rápida solución que construir el ferrocarril (Castro, 2006).

Después de haber tenido muchos retrasos dentro de la obra, el liberalismo toma las riendas de la Presidencia y en el año de 1895 sube al poder el General Eloy Alfaro. Este gobernante impulsó el gran proyecto del ferrocarril que se convertiría en un ente de unión nacional. A pesar de la situación económica desfavorable del país, Eloy Alfaro impulsa negociaciones con el ingeniero Sr. Archer Harman que era el representante de los capitalistas estadounidenses. En el año de 1897 se firmó un contrato mientras que en Nueva York se fundó la empresa THE GUAYAQUIL AND QUITO RAILWAY COMPANY quien administraría y construiría la obra (Castro, 2006).

A pesar de este gran avance el congreso se opuso al contrato alegando que era un pretexto para que se saquee a la Nación y es traición a la patria porque se estaba entregando a Ecuador a Estados Unidos. El costo de la obra en aquel tiempo era de 17532000 dólares que comprendía una extensión de 390 millas. De todo el presupuesto 12000000 se daba al 6% de interés anual y 1% para fondo de amortización. Todo esto fue dado por el gobierno con una base de rentas de aduanas y el resto del dinero era conseguido por medio de la obtención de bonos (Castro, 2006).

Como parte del contrato firmado, la compañía THE GUAYAQUIL AND QUITO RAILWAY COMPANY tenía el derecho de explotar el ferrocarril por 75 años. Toda la obra debía quedar terminada en un plazo de 6 años después de haber tenido 30 años de postergación. Eloy Alfaro pudo obtener la atención de varios inversionistas como el multimillonario Sir Jame Sivewight a quien se le atribuye que reanimara los trabajos que estaban paralizados a causa de problemas económicos y las dificultades que encontraron en la construcción del ferrocarril puesto que en el mismo murieron muchos trabajadores e ingenieros. Alfaro tuvo que combatir contra el congreso y la prensa que se oponían a las negociaciones emprendidas desbaratando los créditos que se conseguían en el exterior (Castro, 2006).

En medio de la construcción de la vía, se dio un derrumbe que obligó a que se estudie otra posibilidad que fue la del río Chanchán. Esta ruta tiene el inconveniente de tener una pendiente pronunciada y sinuosa pero más corta que la prevista anteriormente. Todos los trabajos se reiniciaron desde Bucay hacia Huigra y Alausi. Muchos de los trabajadores morían bajo enfermedades muy extrañas y en derrumbes que se daban con regularidad (Castro, 2006).

En el año de 1901 se trajeron 4000 peones de Jamaica al sector de cordillera llamada la “Nariz del Diablo”, que es un pazo sinuoso para poder escalar la cordillera de 800m. Una vez superadas las adversidades, en septiembre de 1902 se dio la entrada triunfal del ferrocarril. Luego de que el ferrocarril pasara por las provincias del centro del país, luego fue a Latacunga y a Machachi. En el año de 1903 el ferrocarril llegó a Guamote y un año más tarde a Riobamba. Para poder llegar a los suburbios de Quito se tuvo que dar 400000 sucres a la empresa para que llegara al barrio de Chimbacalle el 25 de junio de 1908 se inauguró el servicio del ferrocarril entre Quito y Guayaquil. Luego de que culminara esta etapa se buscó que se dé la construcción de un carretero a Ibarra que llegue a San Lorenzo puesto que una salida al mar es de suma importancia para el adelanto de las naciones y con este puerto se tiene una corta distancia hacia el canal de Panamá (Castro, 2006).

Después de una larga espera de 380 años, en agosto de 1957, se logró culminar la ruta Quito-San Lorenzo. A pesar de que esta ruta fue propuesta varios años antes, solo en 1916 comenzaron recién a realizarse obras desde Quito con la dirección técnica de la compañía alemana Orenstein Koppel. En el año de 1928 se terminaron los trabajos de enrioladura por cuenta del estado, pero luego de esto el tramo Ibarra San Lorenzo se avanzó con mucha lentitud. En el año de 1957 llega la primera locomotora desde Quito hacia San Lorenzo en el gobierno de Camilo Ponce Enríquez. Posteriormente en 1965, en cuenta llega la locomotora a Diésel y con ésta última se terminaría la red ferroviaria del Ecuador (Castro, 2006).

En la época en la que surgió el ferrocarril fue un medio de transporte para un periodo en la que se cubría una necesidad. El tramo del ferrocarril Quito-San Lorenzo se creó para que se pueda transportar de manera eficiente bienes y servicios a Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Pichincha. Esta ruta era ideal hacia un puerto que está a la mitad de la distancia de Guayaquil a Panamá, pero que por motivos políticos no fue considerada como puerto

principal. En la época de los ochentas, se producen grandes desplazamientos de tierra a causa de los fuertes inviernos y algunos tramos de la vía tanto como en el norte y en el sur se ven afectados. Más de 100 km de la vía fueron destruidos a causa de deslaves y la falta de mantenimiento en algunos sectores. Por este motivo se decidió que se cortara el servicio de transporte puesto que el gobierno no apoyó la rehabilitación del mismo.

#### **1.4. Ferrocarriles Urbanos**

Con el pasar de los años y los avances tecnológicos cada vez más grandes, los medios de transporte han evolucionado significativamente. El metro o ferrocarril metropolitano (también conocido como ferrocarril subterráneo), es un medio de transporte el cual consta de un complejo sistema de trenes con diferentes ramales subterráneos que recorren una ciudad determinada. Este tipo de sistemas se tienen en países en vías de desarrollo, así como en países desarrollados. A medida que aumentan la cantidad de vehículos particulares puesto que las personas muchas veces prefieren el auto personal que los buses, es necesario encontrar un sistema de transporte que pueda evitar el tráfico que se halla las ciudades. El metro es una solución versátil puesto que no depende del tráfico de la ciudad y disminuye el tiempo de transporte entre los diferentes puntos de la ciudad. La principal característica de un metro es que es un medio que transporta grandes cantidades de personas. La línea que se tienen de diferentes metros suelen ser subterráneas con el objetivo de ser independientes de los otros sistemas de transporte. Una alternativa económica son los tranvías de superficie puesto que el construir un metro tiene un elevado costo. Los tranvías modernos pueden alcanzar velocidades superiores a los 100 km/h y transportar a cientos de pasajeros a la vez y también pueden transportar carga en algunos casos. El metro es más rápido que el tranvía, pero no es tan eficiente como el tren suburbano o de cercanías. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Metro\\_\(sistema\\_de\\_transporte\)\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Metro_(sistema_de_transporte)))

#### **1.5. Transporte intermodal**

Es una combinación entre los distintos tipos de transporte que existen en la actualidad para poder transportar mercancías desde un punto a otro. El ferrocarril es una buena opción para competir con el transporte por carretera, pero el problema que existe es que para llenar un tren se necesita una gran cantidad de productos. Cuando se puede tener un volumen

considerable y una frecuencia considerable para que el tren sea competitivo frente a otros modos. Para que los trenes sean competitivos es necesario tener ferrocarriles que sean completos como por ejemplo que transporte mineral, carburantes, automóviles u otros productos necesita más de una clase de vehículo de transporte de mercancías. El transporte intermodal se da cuando el transporte en distancias cortas se la hace por medio de carreteras y en largas distancias se utiliza la ayuda de vías férreas o de rutas marítimas. Con bases en estos conceptos se utilizan los contenedores que no es más que un envase metálico con dimensiones estándares que puede ser transportado por medio de plataformas o en un vagón de ferrocarril. Con este tipo de sistemas se puede llegar por carretera hasta un cierto punto en donde los contenedores serían puestos en un ferrocarril para poder ser transportados hacia diferentes puntos. Este tipo de modelo ha sido utiliza por muchos años en países desarrollados en donde se ha demostrado su gran versatilidad y eficacia (Wikipedia, 2015).

## **CAPITULO II “INFLUENCIA DEL FERROCARRIL EN LA SITUACIÓN SOCIAL, ECONÓMICA Y POLÍTICA DEL ECUADOR”**

### **2.1. Introducción**

Para poder analizar de forma objetiva la posible rehabilitación del tramo del ferrocarril Quito – Ibarra es importante determinar el impacto que tiene este medio de transporte sobre la situación económica, social y política de la zona a la cual beneficia directamente. Se tiene que analizar si la inversión que se necesita hacer en el ferrocarril causaría un desarrollo económico dentro de una zona y que sea un medio de transporte accesible (económicamente hablando) y que sea eficiente para que pueda competir con los distintos modos de transporte que existen en la actualidad. Se tiene que considerar que para que se considere la rehabilitación del tren, tiene que haber un cambio significativo en la situación actual de la zona por la cual cruzaría la vía del tren, de manera que se agilite el comercio y el transporte de personas entre las diferentes ciudades que son conectadas por la vía férrea. En este capítulo se tiene que ver, de manera general, el impacto que tendría habilitar este tramo del ferrocarril y si beneficia en la agricultura, industria, minería, transporte y turismo de las diferentes ciudades. Para poder hacer un análisis más objetivo de la situación actual de la línea férrea, se tuvo reuniones con altos dirigentes de la FEEP, que muy amablemente, nos dieron una perspectiva general del estado del tren y de todos los trabajos que se han desarrollado. También nos han brindado información de mucha importancia con respecto al impacto que se ha tenido en aquellos tramos del ferrocarril que actualmente se encuentran habilitados. Adicionalmente a esta información, el grupo que elaboró esta disertación se trasladó hacia algunas zonas donde el ferrocarril se encuentra actualmente en uso para poder ver en que ha beneficiado su rehabilitación y el impacto que ha tenido en la zona.

### **2.2. Medio Físico**

El Ecuador es país con 4 regiones: costa, sierra, oriente e insular, lo dichas regiones están separadas por montañas, lo que dificulta la comunicación vial entre estas regiones, además posee gran cantidad de ríos, quebradas, por lo que es indispensable la rehabilitación del ferrocarril en dichos tramos que se está realizando el estudio.





Figura 2.1. Región Montañosa de la Sierra, Ecuador

Fuente: <http://elbibliote.com/resources/Temas/html/imageneshtml/1343/1343a.jpg>

El mantenimiento que se le vaya dando a la línea férrea permitirá mayor vida útil para dicho proyecto, teniendo en cuenta que el Ecuador tiene variedad de climas en las distintas regiones antes mencionadas, el costo de mantenimiento a largo plazo va a hacer menor que el costo de reemplazar piezas fundamentales tales como: durmientes, rieles, clavos, etc.

Los mayores problemas que presenta el Ecuador son la cantidad de lluvia en ciertas estaciones del año, por lo que los muros de contención son indispensables para controlar que dichas lluvias no causen derrumbes o deslaves en sectores poblados o de comunicación vial.



Figura 2.2. Deslave de Montaña, Ecuador

Fuente: [http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wpcontent/uploads/2012/10/deslaves\\_ecuador1.jpg](http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wpcontent/uploads/2012/10/deslaves_ecuador1.jpg)

Las dificultades geográficas que presenta el Ecuador no debería ser un impedimento para lograr la construcción de una línea férrea, países como suiza, que poseen zonas montañosas y grandes quebradas, ha logrado construir su línea férrea y cuenta con uno de los mejores sistemas férreos de Europa, lo que demuestra que se puede realizar este tipo de proyectos a pesar de las dificultades topográficas y geográficas de un país.



Figura 2.3. Tren de Suiza

Fuente: <http://static1.absolutsuiza.com/wp-content/uploads/2014/11/en-tren-por-suiza.jpg>

### **2.3. Medio humano**

Cuando se construyó el ferrocarril, éste se convirtió rápidamente en unas de las fuentes de empleo más grandes que han existido. Si existe la posibilidad de que se dé una rehabilitación de la vía férrea Quito-Ibarra, se abriría una fuente de trabajo bastante buena para muchas personas que se encuentran actualmente sin empleo. Para el correcto funcionamiento del tren, se necesita mucha mano de obra que podría generar sustento para muchas familias dentro del país.

### **2.4. Beneficios económicos**

La rehabilitación del ferrocarril en el Ecuador, puede tener grandes beneficios al país y uno de estos beneficios va con el aspecto económico:

- El comercio interno (entre poblados) crecerá.
- Aumento de las zonas productivas
- Actualmente el tren es utilizado como medio turístico, al rehabilitar los tramos en mal estado, este medio aumentara favoreciendo a la economía.
- Aumento de pasajeros para transporte, con costos accesibles.
- Menor uso de combustibles y energía.
- Uso del ferrocarril para transporte de material, lo que facilitará a las grandes empresas como: Agrícolas, Cementeras, Ganaderas, entre otras a movilizar sus productos a nivel nacional.
- Creación de plazas de trabajo.



Figura 2.4 Construcción de Tren

Fuente: <http://www.elciudadano.gob.ec/wp-content/uploads/2014/02/Tren-crucero-e1406905215377-680x365.jpg>

## 2.5. Beneficios turísticos

El ferrocarril puede ser considerado como uno de los medios de transporte más turísticos del mundo, puesto que permite en su viaje, visualizar incomparables paisajes y pasar por aquellos sectores por donde la vía automovilística no cruza. Esto puede causar un gran impacto en el desarrollo de las zonas turísticas que atraviesa el tren.

El ferrocarril puede mostrar otra variedad de atractivos turísticos que antes no habían sido tomados en cuenta y por medio de sus distintas estaciones se puede promover la venta de artesanías, vestimenta, joyería, entre otros, típicos del lugar que se está visitando en ese momento.

Al mismo tiempo que amplía las zonas turísticas, podría ayudar a descongestionar aquellas rutas típicas de transporte hacia los distintos puntos dentro de su trayecto, proporcionando



así una alternativa para transportar turistas dentro del país, haciéndolos conocer la gran variedad de flora, fauna y folclor nacional que se tiene en las distintas regiones de nuestro país.



Figura 2.5 Tren de Ferrocarriles del Ecuador

Fuente: <http://www.elciudadano.gob.ec/wp-content/uploads/2014/02/Tren-crucero-e1406905215377-680x365.jpg>

## 2.6. Beneficios políticos

Dentro de los beneficios políticos es una buena estrategia la rehabilitación, ya que puede lograr un desarrollo general al país, mejorando el aspecto de integración global.

La línea férrea permitiría la conexión y comunicación de los poblados del Ecuador, lo que será un símbolo de unidad nacional.

Al no utilizar combustibles ni energía el ferrocarril puede ser visto como un medio de transporte ecológico, por lo que los sectores o poblados no serán perjudicados en el aspecto ambiental, será utilizado como campaña sobre la importancia ambiental.

El Ferrocarril puede ayudar a la descentralización que existe en el país, que ha traído problemas de carácter social-cultural, ayudando al desarrollo de las comunidades y poblados de los sectores cercanos al ferrocarril.



Figura 2.6 General Eloy Alfaro

Fuente: [http://ecuadoracolors.com/ed2014\\_sep/pages/resources/nac04\\_img02.jpg](http://ecuadoracolors.com/ed2014_sep/pages/resources/nac04_img02.jpg)

## 2.7. Beneficios militares

En otro aspecto que también podría ayudar el ferrocarril es en el ámbito militar. Los trenes pueden ser un medio de transporte versátil para transportar tropas, armamento y comida, cabe recalcar que para el transporte de suministros fueron transportados por trenes blindados lo que permitía que los alimentos y armamento llegaran un buen estado.

Para las Fuerzas Armadas Ecuatorianas es importante contar con varios medios de transporte puesto que de esta forma es más difícil que el enemigo pueda obstruir el abastecimiento hacia el ejército en conflicto. Con esto se eliminaría la dependencia que se tiene de las carreteras.

El tren no solo puede constituir un medio de transporte sino como un equipo de combate puesto que se lo puede equipar con distintas armas tales como morteros, esta táctica fue utilizada por las fuerzas británicas.



Figura 2.7 Movilización de Maquinaria y Armamento militar

Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/DnIEL9t4WVQ/hqdefault.jpg>

## **CAPITULO III “CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA FERREO”**

En este capítulo se analiza los principales componentes del ferrocarril tales como: subestructura, drenaje y alcantarillado, superestructura, túneles y puentes.

### **3.1. Subestructura**

La subestructura es todo elemento que se encuentra por debajo del balasto de la plataforma férrea.

#### **3.1.1. Plataforma Línea Férrea**

Comprende la construcción de los trabajos necesarios, mano de obra (especializada, no especializada y supervisión), la instalación de todos los materiales para el ensamblado de la vía férrea. Cuando los materiales que se utilizan en una determinada vía son finos o plásticos, el análisis que se debe hacer es de plasticidad y semifluidas cuando se aumenta el porcentaje de humanidad de una manera gradual. Como es ya conocido, los suelos gruesos son usados para hacer terraplenes y se tiene que ver que cumplan una determinada granulometría y chequeo de valores relativos de origen petrográfico de roca dura o densa, aristas vivas y superficie rugosa entre otras.

También es importante saber que se tienen los suelos que provienen de desintegración de una roca en grandes periodos de tiempo por medio de erosión o metamorfosis (ya sea por agua, viento, entre otras) o aquellos que han sido triturados por máquinas mecánicas.

Aquellos materiales pétreos provenientes de ríos (cantos rodados) son duros puesto que han resistido cientos de años pero que no tienen buenas características de fricción.

Conocer estas características generales de algunos de los suelos que se tienen a disposición sirve para poder analizar de mejor manera los diferentes materiales que conforman la plataforma de la línea férrea. En los ferrocarriles, a diferencia de carreteras, se necesita que el material utilice sea permeable en todo su espesor puesto que con el tránsito frecuente del tren el material se golpea.



En las vías férreas se tiene que considerar que la subrasante debe estar debidamente sellada para que no existan filtraciones puesto que las capas superiores de material por encima de esta son permeables. También se tiene que hacer esto para impedir que el agua pueda subir por capilaridad. Según el tipo de suelo y el nivel freático de la zona, se tiene que aplicar una o varias capas de sellado intercaladas (López Pita, 2006)

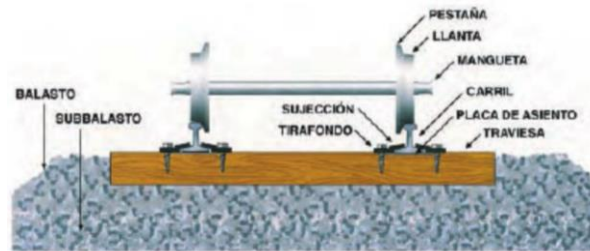


Figura 3.1. Detalle del sistema Carril-Travesía-Sujeción

Fuente: El Libro del Tren (P. Lozano)

#### **a. Soporte subrasante**

Las capas de material que conforman la parte superior de la subestructura tienen que cumplir con ciertos requisitos relacionados a la resistencia del material y su permeabilidad para que puedan resistir la carga del tren y sirvan como un drenaje. Con esto se puede dar el drenaje a nivel de superficie que da el escurrimiento del agua desde la parte superior hacia los costados. Si esto no se logra de una manera efectiva se puede tener bastantes problemas de filtraciones en los terraplenes. En el ámbito estructural, estas capas sirven para distribuir los esfuerzos causados por el paso del tren a través de los rieles, los durmientes y el balasto (López Pita, 2006)

Se tienen que hacer dos tipos de procedimientos para lograr una vía adecuada para el ferrocarril. La primera capa es la de la subrasante y luego de esta va la capa de subvaluasto.

##### **a.1. Subrasante**

Esta capa está conformada por el mismo material que se emplea en los diferentes terraplenes. A este material se le tiene que dar un tratamiento especial para hacer un

mejoramiento del material. El mejoramiento del suelo se puede hacer por medio de la incorporación de algunos materiales que modifiquen sus características granulométricas para que se pueda obtener, de esta manera, un mayor grado de compactación. Se ha especificado que el espesor de la capa de subrasante esté entre los 30 a 50 cm. Esta capa es un apoyo que se le da al subbalasto (López Pita, 2006).

Tabla 3.1. Granulometría para Sub-balasto

<b>Símbolo del Suelo</b>	<b>Valor Relativo de soporte estándar</b>	<b>Espesor del Subbalasto requerido</b>
GW, GP, GM, SW	Mayor de 40%	No se requiere
GC, SP, SM, SC	20% a 40%	No se requiere
CL, ML	8 a 20%	30 cm
OL, MH1, CH1	Menor de 8%	40 cm

Fuente: Ferrocarril, Francisco Togno 1997

## **a.2. Subbalasto**

Este trabajo consiste en la construcción por capas del material de sub-balasto, compuesto por agregados obtenidos por un proceso de trituración y/o zarandeo, deberá cumplir con los requerimientos de las especificaciones técnicas dependiendo de cada obra. Son materiales que son provenientes de suelos, depósitos naturales o rocas alteradas. Tienen que cumplir con ciertos requerimientos en su granulometría, contracción lineal reducida y un alto valor cementante con un valor relativo de soporte estándar de 30%. Tiene que también cumplir con todos los requerimientos estructurales y de drenaje que se especificó anteriormente. Esta capa no debe permitir que el balasto se incruste en la misma puesto que si esto pasa perdería su función principal que es de apoyo de esa capa (López Pita, 2006).

La capa de sub-balasto se debe colocar sobre la sub-rasante preparada, controlada y aprobada, la misma que tenga las alineaciones, pendientes y secciones transversales que se especifiquen de acuerdo a los planos de diseño.

El material de sub-balasto, debe estar compuesto por agregados obtenidos por un proceso de trituración y/o zarandeo (López Pita, 2006).

Tabla 3.2. Granulometría para Sub-balasto.

<b>TAMIZ No.</b>	<b>% QUE PASA</b>
TAMIZ 2"	100
TAMIZ 1 1/2 "	98
TAMIZ 1"	95
TAMIZ 1/2"	80
TAMIZ No. 4	40-60
TAMIZ No. 10	30-50
TAMIZ No. 20	17-32
TAMIZ No. 40	5 a 20
TAMIZ No. 100	5 a 10
TAMIZ No. 200	3 a 7

Fuente: (Blogspot.com)

Cabe recalcar que cuando se tiene una subrasante debidamente conformada por gravas o arenas que estén bien graduadas o si se la mezcla con arcillas o limos bien graduados no es necesario colocar la capa de subbalasto puesto que se cumplirían con los requerimientos estructurales de la ferrovía. Si la subrasante está conformada por suelos que son limosos o arcillosos con una baja plasticidad, la capa de subbalasto tiene que tener un espesor mínimo de 30 cm. Si el suelo que se tiene es altamente plástico y tienen cantidades considerables de materia orgánica se necesita una capa de subbalasto mayor. (López Pita, 2006)

Para la conformación del subbalasto se deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de maquinaria para esparcimiento, mezclado, conformación y compactación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas tipo tándem y rodillos lisos vibratorios. (López Pita, 2006)

Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. En caso de ser necesaria la construcción de sub drenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación del sub-balasto (López Pita, 2006).

Cuando el material del subbalasto (base clase 2-FEEP) haya sido mezclado e hidratado, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser tendido por medio de equipo apropiado, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada, de inmediato se procederá a la conformación y compactación. Cuando sea necesario construir el subbalasto completo en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la sub-balasto, el material deberá compactarse con la maquinaria requerida para este trabajo tales como rodillos lisos, rodillos vibratorios de energía de compactación (López Pita, 2006).

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total del sub-balasto, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario.

### **a.3. Balasto**

La superficie del sub-balasto deberá hallarse terminada. Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa del balasto, el material deberá introducirse bajo los durmientes con la maquinaria requerida para este trabajo, esto es: bateadoras manual o mecánica. El proceso de bateado consiste en garantizar que la totalidad del área inferior del durmiente quede en contacto con la capa de balasto para soportar de mejor manera las cargas generadas al paso de los trenes. Los principales objetivos de la capa de balasto y su importancia radican en los siguientes factores:

- Provee de confinamiento a los durmientes lo que impide que éstos no se desplacen en ningún sentido.
- Transfiere las presiones originadas por el paso del tren hacia la subestructura.
- Sirve de drenaje superficial.
- Nivelada la rasante.

- Nivelación general de la vía

(López Pita, 2006)

El material que conforma el balasto puede tener dimensiones de material de 2 a 7.5 cm. Entre más grande sea el tamaño del material, se dificulta la nivelación de la vía. Aquellos materiales con dimensiones menores a 2 cm se deben descartar. El material que se utiliza debe ser proveniente de trituración de rocas y en algunos casos (dependiendo del tipo de material), puede provenir de la trituración parcial de conglomerados. También está permitido el uso de gravas que provienen de minas o de ríos cribadas y lavadas, pero siempre se recomienda que las mismas sean combinadas con materiales que provengan de trituración para poder cumplir con los requerimientos especificados (López Pita, 2006).

El tendido del material se lo puede hacer por medio de capas de hasta 10 cm. Se debe considerar que la intensidad de las presiones que se sienten en la vía férrea disminuye considerablemente cuando se tienen capas superiores de balasto hasta llegar a un punto en donde todas las presiones se distribuyen uniformemente. Considerando que las presiones en la base del balasto por conveniencia tienen que ser uniforme (o de distribución continua), se tienen dos criterios diferentes. El primer criterio que se debe considerar es que el espesor del balasto tiene que ser al menos igual al espaciamiento entre los durmientes valor que oscila entre 3 o 4 pulgadas adicionadas al espaciamiento especificado. El espesor mínimo que se debe tener en vías principales es de 24 pulgadas en el caso de tener materiales provenientes de roca triturada, pero de espesores mayores en caso de tener materiales más finos y ligeros se recomienda tener espesores mayores de balasto. Los espesores que son recomendados van desde 12 pulgadas hasta 30 dependiendo del tipo de subbalasto y del material que se esté utilizando. El otro criterio en cambio es viene de Alemania y se basó en un análisis minucioso de los esfuerzos de carga viva a través de diferentes componentes de la vía férrea tales como los durmientes, rieles y balasto. Al final del estudio se pudo concluir que los ferrocarriles alemanes tienen que tener un espesor estándar de balasto medido desde la base del durmiente a la superficie que dé como resultado una altura de 30 cm. (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).

En el caso de las vías férreas ecuatorianas se consultó muchos criterios de balasto con el Ing. Israel Peña, integrante de la FEEP (Ferrocarriles Ecuatorianos Empresa Pública). Se tiene que considerar que no las líneas férreas dentro del país han tendido una actuación muy

limitada por lo que se hace una recomendación basado en la intensidad de tráfico que el espesor de balasto tiene que ser entre 20 y 30 cm bajo el durmiente tomando en cuenta el peso anual que vaya a soportar la vía.

Tabla 3.3. Granulometría de Balasto

Designación del Tamiz	Grado B	Grado C	Grado D	Grado E
	Material que pasa (% en Masa)	Material que pasa (% en Masa)	Material que pasa (% en Masa)	Material que pasa (% en Masa)
IRM 76 mm (3")	100	---	---	---
IRM 63 mm (2 1/2")	90 a 100	100	---	---
IRM 51 mm (2")	---	90 a 100	100	---
IRM 38 mm (1 1/2")	25 a 60	35 a 70	90 a 100	100
IRM 25 mm (1")	0 a 10	0 a 15	20 a 55	60 a 95
IRM 19 mm (3/4")	0 a 5	---	0 a 15	---
IRM 12,7 mm (1/2")	---	0 a 5	---	25 a 90
IRM 9,5 mm (3/8")	---	---	0 a 5	---
IRM 4,8 mm (Nº 4")	---	---	---	0 a 15
IRM 2,4 mm (Nº 8")	---	---	---	0 a 5

Fuente: (Ministerio del Interior y Transporte Argentina, 2015)

### 3.2. Drenaje y Alcantarillado

Son estructuras hidráulicas esenciales, cuyo principal objetivo es el transporte de aguas sin que se dé afectaciones a la vía.

#### 3.2.1. Drenaje

Los drenajes son utilizados para las aguas subterráneas, es decir las aguas freáticas ubicadas en zonas montañosas. Este tipo de aguas aparecen al momento de realizar excavaciones para la instalación de los terraplenes.

Dependiendo del tipo de suelo que posea un terreno se puede determinar la cantidad de agua freática que puede soportar dicho suelo.

Para los drenes se ha optado por la utilización de hormigón pretensados.

El drenaje sobre muros de contención, pantallas de revestimiento, muros de mampostería, ya construidos o en proyección a construirse, de un diámetro de 5 cm y profundidad según la cota.

Para el drenaje el tipo de tubería que se utilizó es Tubería PVC para desagüe de 2" o dren perforado del mismo diámetro. (Trapote, 2013)

### **3.2.2. Alcantarillado**

El alcantarillado es un conjunto de tuberías con el fin de transportar aguas residuales y pluviales de una población hacia un lugar donde serán tratadas y posteriormente dejadas en un medio natural donde no causarán impactos ambientales.

Es considerado un servicio básico, ya que si una población no poseería dicha construcción podría causar problemas de sanidad.

Son obras de estructuras hidráulicas que trabajan ya sea mediante presión o al vacío, generalmente formados por conductos circulares y se colocan debajo de las vías públicas.

Lo que se refiere a alcantarillado en vías férreas es para la recolección de aguas lluvias, que no permitirían el flujo del agua, lo que puede producir daños en la estructura de la línea férrea.

Para la alcantarilla debe poseer una buena localización de la planta de tratamiento, ya que se puede tener problemas como:

- Taponamiento.
- Socavación.
- Desviación.

Se debe evitar el uso de pendientes altas, ya que pueden causar velocidades elevadas para no exceder de los caudales máximos críticos.

Los desarenadores son utilizados en zonas donde son montañosas debido a su cambio brusco de pendientes (Trapote, 2013).

### **3.3. Superestructura**

Se describirá los principales elementos de la superestructura tales como: rieles, durmientes, aparatos de la vía.

### 3.3.1. Rieles

Los rieles ferroviarios deben ser del tipo ASCE 70 lb/yd en barras de longitud igual a 12 m, con las medidas descritas en el grafico siguiente:

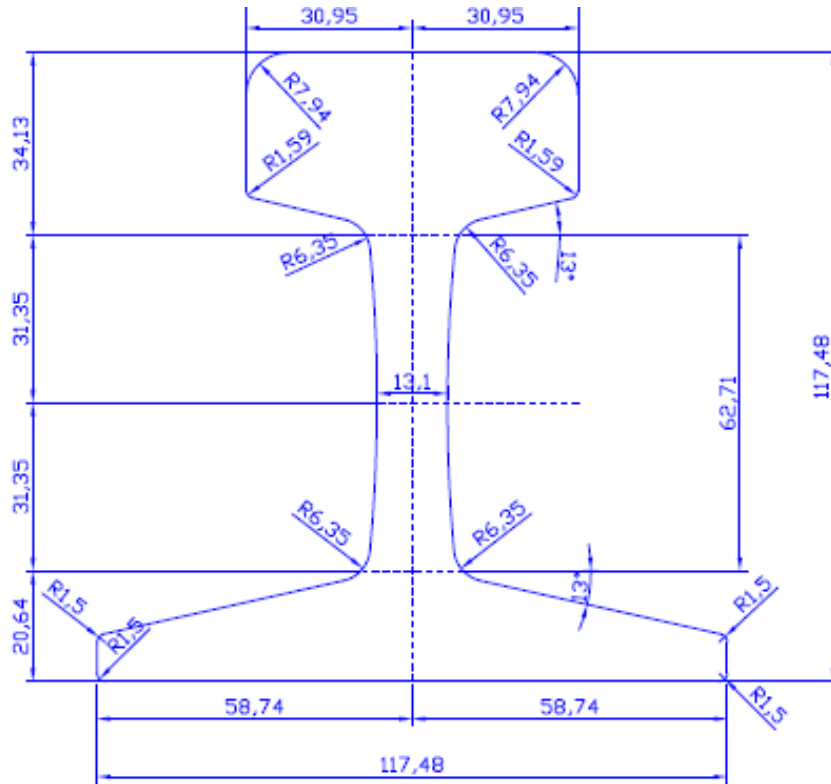


Figura 3.4. Dimensiones de Riel de 70 lb/yd Vista Frontal

Fuente: Foto proporcionada por (FEEP)

Los rieles permiten que las ruedas de la locomotora y los vagones del tren se apoyen sobre estas y mantiene las mismas sobre el trazado de la vía por medio de unas cejas. Los rieles tienen que estar debidamente apoyados sobre placas de apoyo y tener una inclinación 1:20 y deben estar ajustados a los durmientes por medio de tirafondos. Las principales características de los rieles que se deben revisar antes de su colocación son el peso en kg/m, ancho del patín o ala, ancho del hongo, altura y espesor del alma (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).



Tabla 3.4. Dimensiones de Riel según el Tipo

TIPO	PESO	ALTURA		PATIN		HONGO		ALMA	
	Kg/m	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.
ASCE 45	22,3	3,6875	93,7	2,6875	93,7	2	50,8	27/64	10,7
ASCE 55	27,3	4,0625	103,2	4,0625	103,2	2,25	57,2	15/32	11,9
ASCE 60	29,8	4,25	108	4,25	108	2,375	60,3	1/2	12,7
ASCE 70	35,7	4,625	117	4,625	117	2 7/16	61,9	1/2	12,7

Fuente: (Vernette, 1993)

Como se puede observar en el figura 3.2, el hongo es la parte superior del riel (donde asientan las ruedas del ferrocarril), el alma conecta el hongo con la parte inferior del riel llamada patín. Entre mayor es el factor de kg/m, el riel tiene una mayor duración puesto que tiene una mayor resistencia y sufre menores esfuerzos de flexión. La parte del riel que sufre mayor desgaste es el hongo. Las principales funciones de los rieles son: resistir y transmitir cargas y esfuerzos de las ruedas a la estructura vial, ser una guía y sujeción para las ruedas del tren. Al final de cada riel existen huecos que son usados para colocar chavetas de sujeción para poder añadirlo a otro riel. La chaveta no permite que los rieles se separen de manera abrupta dado por el movimiento del tren y variaciones de temperatura. La chaveta depende del tipo de riel que se esté utilizando. El patín, la parte inferior del riel, transmite los esfuerzos que se dan por el rodamiento del tren hacia el durmiente. Cuando se tienen durmientes de madera se pone una placa entre el patín y el durmiente. Si el durmiente es de hormigón se pone una placa de goma de manera intercalada (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).

### a.1. Vida Útil del Riel

La vida útil del riel depende del tráfico, de la velocidad del tren y del peso en kilos por metro. También tiene que ver mucho el tipo de durmiente, su material y el mantenimiento que se le dé. Si el durmiente empieza a fallar va a hacer que el riel sufra muchos esfuerzo y empiece a deformarse perdiendo sus propiedades (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).

## a.2. Esfuerzos del Riel

Si se supone que todos los durmientes reaccionan de igual manera (caso hipotético puesto que depende mucho del material del riel y que éstos sean todos iguales), entonces se puede considerar que el riel es una viga continua que soporta una carga rodante. El soporte real que brinda el riel es muy difícil de determinar puesto que se tiene una gran diversidad de ellos y se necesitaría recurrir a la experimentación para poder realizar dicho análisis. Se puede decir que cuando el balasto que se ha proporcionado y el terraplén tienen un bajo valor de soporte se puede necesitar un riel de gran calibre y peralte. Si se tienen tramos sinuosos que tengan un buen balasto y subrasante firme, se puede recurrir al uso de un riel con características de hongo ancho y patín reducido (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).

## a.3. Accesorios de los Rieles

Los accesorios más importantes que se pueden encontrar relacionados con los rieles son los siguientes: de conexión, anclaje, fijación, reducción de esfuerzos y lubricación. Los accesorios de conexión son aquellas placas que son usadas para uniones que se deben usar en la sección más reforzada para poder disminuir el efecto de doblado en las puntas. El número de agujeros (usualmente de 2 a 3) dependerá de los esfuerzos de tensión a los que se estará sometiendo la unión. Las juntas entre rieles se deben hacer en espacios donde se tengan dos durmientes con el fin de que el esfuerzo cortante en ese punto sea nulo.

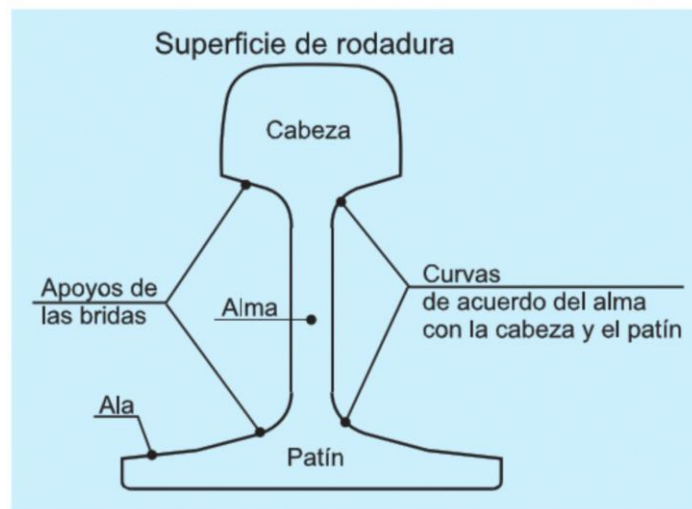


Figura 5.3. Partes de la Riel

Fuente: Ingeniería Ferroviaria Gonzales Francisco

Los accesorios de anclaje se denominan anclas que unen el patín del riel con una fuerza de amarre de alrededor de 500 kg cada pieza. Estos se colocan en los costados de los durmientes para poder utilizar la resistencia del mismo al momento en el que ocurre un desplazamiento. El número de anclas dependerá de la fricción que se tenga entre el patín del riel y el apoyo del durmiente y se puede mejorar esto por medio de una placa de hule. El resultado que se obtiene es el doble del coeficiente de fricción. La colocación de las anclas depende mucho del trazado del tren, del peso del tráfico de las pendientes pronunciadas entre otros factores (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).

Los accesorios de fijación depende del tipo de durmiente que se tenga que puede ser de madera blanda o dura, de hormigón, acero o de una mezcla de los dos últimos materiales indicados. La madera dura se cree que puede sujetar un clavo por un promedio de 15 años. La resistencia de los durmientes determina si se debe usar clavos hincados a golpe, clavos guiados por un barreno de diámetro menor que se taladra previamente, clavo elástico o tirafondos. Al clavar o atornillar cualquier elemento al durmiente se tiene que ver que no se dañe a la madera. Los clavos deben hincarse con máquinas para evitar golpes diagonales. El clavo normal tiene la mitad de la resistencia de extracción que un clavo elástico. Los tirafondos, por otro lado, se deben de usar de manera obligatoria cuando se tienen maderas blandas (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).



Figura 3.6. Clavos de la Riel

Fuente: [http://articulo.mercadolibre.com.uy/MLU-431771316-clavos-de-via-de-tren-ideal-para-artesantias-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.uy/MLU-431771316-clavos-de-via-de-tren-ideal-para-artesantias-_JM)



Figura 3.7. Tirafondos

Fuente:

[https://www.google.com.ec/search?q=clavos+para+vias+tren&biw=1536&bih=747&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjSt9\\_U9LPKAhWCD5AKHbJmC\\_EQ\\_AUIBigB#tbm=isch&q=tirafondos&imgcr=VZLtnqBdafhwqM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=clavos+para+vias+tren&biw=1536&bih=747&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjSt9_U9LPKAhWCD5AKHbJmC_EQ_AUIBigB#tbm=isch&q=tirafondos&imgcr=VZLtnqBdafhwqM%3A)



Figura 3.8. Tirafondo en Riel

Fuente:

[https://www.google.com.ec/search?q=clavos+para+vias+tren&biw=1536&bih=747&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjSt9\\_U9LPKAhWCD5AKHbJmC\\_EQ\\_AUIBigB#tbm=isch&q=sujeci%C3%B3n+riel+durmiente&imgcr=ytsnRETUj48nxM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=clavos+para+vias+tren&biw=1536&bih=747&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjSt9_U9LPKAhWCD5AKHbJmC_EQ_AUIBigB#tbm=isch&q=sujeci%C3%B3n+riel+durmiente&imgcr=ytsnRETUj48nxM%3A)

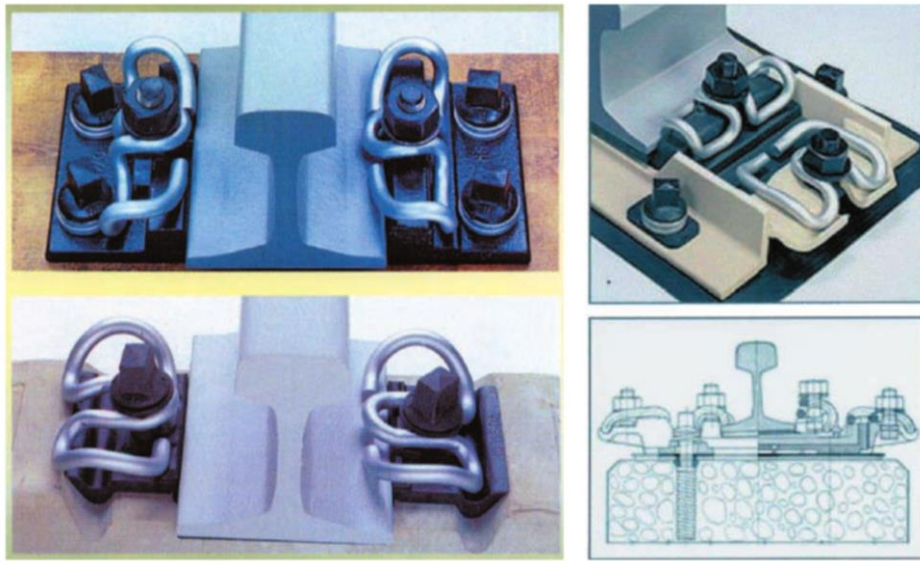


Figura 3.9. Accesorios de refuerzo en borde de las Placas

Fuente: (González Fernández & Fuentes Losa, 2010)

Existen accesorios que son utilizados para reducir los esfuerzos de los rieles. Las placas de acero aumentan considerablemente el área de contacto del patín con el durmiente. Un problema que se da es que los bordes de las palcas producen presiones y pueden deformar la madera en ciertas secciones. Existen placas delgadas de madera dura que se usan para evitar lo anteriormente mencionado obteniendo mejores resultados. Otro elemento que se usa con frecuencia es la placa de hule para poder tener presiones uniformes y la para que se distribuya de mejor manera las fatigas. También sirven para absorber vibraciones del riel al durmiente y dan un mejor anclaje (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).

### 3.3.2. Durmientes

Existen distintos materiales de los cuales se pueden componer los rieles:

- Madera dura o blanda
- Hormigón (puede ser pretensado, blocks reforzados con uniones de acero)
- Conchas de acero

Los durmientes sirven como apoyo o soporte para los rieles a todo lo largo de la vía y se los coloca cada cierta distancia. También tienen la función de nivelar la vía y resistir los esfuerzos que produce el tren en las tres direcciones transmitiendo los mismos hacia el balasto. Entre mayor es el peso de cada durmiente, mayor es la estabilidad proporcionada a la vía.

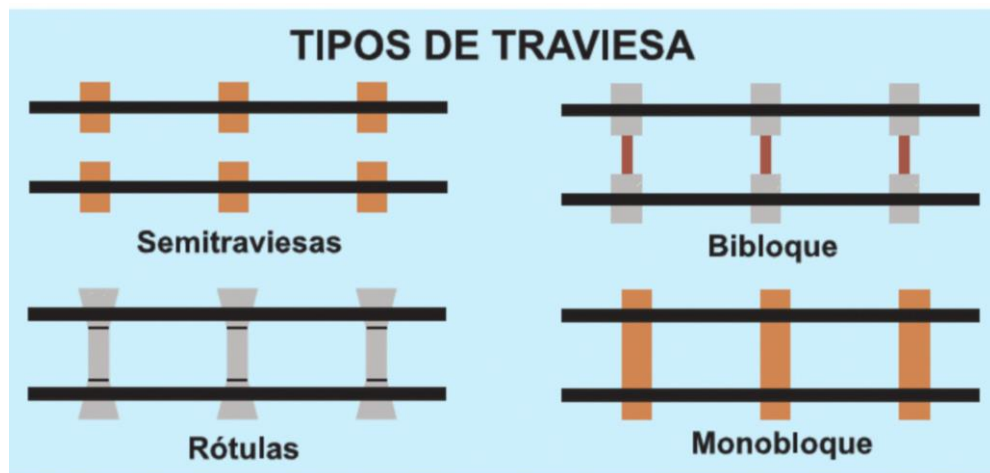


Figura 3.10. Tipos de traviesa

**Fuente:** (González Fernández & Fuentes Losa, 2010, p. 51)

### a.1 Durmientes de Madera

Los durmientes de madera eran los más utilizados hace muchos años. Su gran disponibilidad y su bajo costo, a comparación de otros materiales, hacían que estos sean los más escogidos en la mayoría de vías férreas. Para este tipo de materiales es importante usar tirafondos con arandela de presión o clavos elásticos puesto que no producen rajaduras en la madera. Con maderas semiduras se deben someterse a varios tratamientos puesto que el promedio de su vida útil es de apenas 5 a 10 años (suponiendo que se tiene un tráfico moderado, velocidades no significativas y poco balasto). Para vías de primera clase se necesita que el 90% de los durmientes se encuentre en buen estado y para vías de tráfico menor se acepta que el 15% o 20% de los durmientes se encuentren en mal estado. El durmiente de madera puede proporcionar el mismo soporte que un durmiente de concreto pretensado si se lo conserva de una manera adecuada. Para prolongar la vida útil del mismo se debe colocarle un líquido que preserve la madera. Este líquido tiene que llegar hasta el corazón de la madera. En el país se utilizan durmientes de madera con dimensiones de

19x20 cm (espesor\*ancho) por dos metros de longitud (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).

### **a.2. Durmientes de Acero**

Los durmientes de acero tienen en la cara superior elementos que permiten asentar los rieles y sujetar los pernos con el patín del riel. Los bordes de la parte de abajo, tienen elementos de anclaje que sirve bastante bien para carreteros muy sinuosos. Cada durmiente pesa alrededor de 75 kg para vías anchas, pesa lo mismo que un durmiente de madera (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).



Figura 3.11. Durmientes de Acero

Fuente: [http://es.made-in-china.com/co\\_cnsanzha/image\\_UIC865-Series-Steel-Sleeper-UIC54-UIC60-\\_hhyirigry\\_IvZEHZOaOkup.html](http://es.made-in-china.com/co_cnsanzha/image_UIC865-Series-Steel-Sleeper-UIC54-UIC60-_hhyirigry_IvZEHZOaOkup.html)

Las principales características de este tipo de durmientes es que tiene una duración mínima de 60 años con niveles de tráfico elevados (sin embargo no es recomendable su uso en lugares cerca a la playa o de altos niveles de humedad). Permiten que se los pueda arreglar por medio de soldadura, gran resistencia a desplazamientos laterales, una vez que pierdan sus propiedades pueden ser reciclados (recibiendo un pago por el mismo) (González Fernández & Fuentes Losa, 2010).

### **a.3. Durmientes de Hormigón**

En los últimos años se han empezado a usar durmientes de hormigón de dos clases: monolítico de hormigón presforzado y de dos piezas de hormigón armado. El primero no tiene acero oxidable lo que lo hace ideal para zonas húmedas. Esta clase de durmientes puede llegar a soportar cargas de 30 ton. El otro tipo de durmiente de hormigón es el denominado biblock que tiene dos piezas de hormigón unidos por una barra y sobre la barra se coloca una placa de goma que puede absorber las vibraciones generadas por el acero. Existen dos tipos de estos durmientes que son el “RS” que tiene una barra de 9 kg y el “ZZ” con un solo tubo. (González Fernández & Fuentes Losa, 2010)

### **3.3.3. Aparatos de vía**

Elemento que logra la ramificación intersección de una vía férrea, consta de dos elementos: cambios y travesías

#### **a.1. Cambios**

El cambio es un aparato de la vía que permite el desvío del tren cuando esta se encuentra en un cruce de rieles.

El cambio posee 4 partes principales:

- 2 Contraagujas colocadas en el exterior y fijas.
- 2 Agujas colocadas en el interior y móviles.

El cambio de dirección de un ferrocarril al encontrarse en un cruce se produce cuando las agujas se adaptan a las contraagujas.

Este mecanismo se puede realizar mediante diversos sistemas, los tramos que poseen este cambio en la línea férrea comprendido entre Quito-Ibarra utilizan un sistema mecánico, accionado mediante palancas, y los cambios son simples, solo existe cruces de 2 vías (López Pita, 2006).



## a.2. Travesías

Las travesías son parte de los aparatos de las vías férreas, están son utilizada cuando existe varios cruzamientos combinados.

Dentro de los tramos utilizados en las travesías no fueron utilizadas debido a que la los cruces eran simples, no existían cruzamientos combinados en dicha ruta (López Pita, 2006).

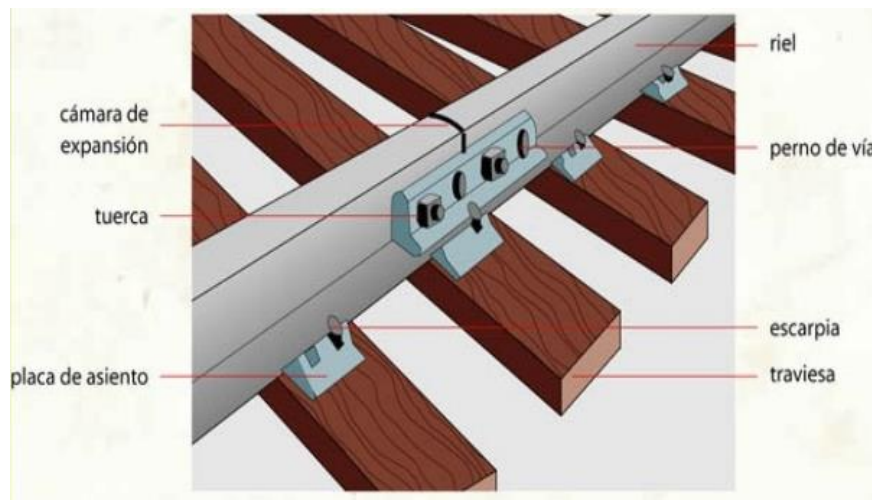


Figura 120. Partes de la Vía Férrea

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/hechosdetransitoferroviario1-140724172800-phpapp01/95/hechos-de-transito-ferroviario-8-638.jpg?cb=1406223005>

## 3.4. Túneles

El Túnel es una obra subterránea el cual trata de comunicar con dos puntos, es el medio más directo para lograr llegar de un inicio a un fin cuando entre estos dos se presenta un obstáculo (según sea la condición topográfica).

Para el uso de túneles en líneas férreas es indispensable hacer un análisis económico debido a los altos costos que tiene esta obra, las ventajas es que permite atravesar un obstáculo (dificultades geográficas) sin la necesidad de rodearla lo que permite un ahorro de tiempo en el transporte, para la construcción de dicha obra se puede utilizar distintos métodos (López Pita, 2006).



Figura 3.11. Túnel de Férreo Sector Autopista Rumiñahui

### 3.5. Puentes

Dada la topografía y el trazado de la vía del tren, es imprescindible que en algunos sectores se necesite el uso de un puente para que el ferrocarril pueda seguir su curso normal. Para que puedan servir de manera propicia deben cumplir con ciertas condiciones de estabilidad para que puedan servir ante diferentes solicitudes durante su vida útil. Las principales solicitudes a las que serán sometidos son: peso de convoyes cargados, presión del viento sobre el ferrocarril y la estructura, empuje del agua en su cimentación, frenado abrupto, empujes de tierra, sismos entre otros. El puente tiene que tomar las dimensiones de altura de la subrasante, la topografía del terreno al cual se quiere llegar con el tren, la sección de cruce, perfil de cauce y perfil de suelos el cual determinará la longitud total del puente así como la altura de las pilas y estribos. De éste último factor también depende el tipo de cimentación, altura de las pilas y estribos y longitud entre claros (Cremades, 1997).

## **CAPITULO IV “INVENTARIO DE LA LÍNEA FÉRREA QUITO-IBARRA”**

Este capítulo se procede a analizar los principales elementos que se realizaron en el inventario de la línea férrea tales como: la descripción de la metodología utilizada en la realización de las tablas, descripción general de las zonas de influencia del ferrocarril, descripción de tablas, inventario de materiales, inventario de puentes y túneles.

### **4.1. Metodología**

Para poder realizar el inventario de la vía férrea fue necesario:

- Se consiguió información detallada de la vía tales como:
  - Situación de la vía.
  - Mapa actualizado.
  - Historia: modificaciones estructurales de la línea.
- Se recorrió la vía a pie tomando anotaciones de la infraestructura existente de la vía, con la ayuda de un mapa.
- Una vez recorrida la vía, se recolectó todos los datos; la información obtenida se la organizó por medio de tablas:
  - Inventario de la infraestructura de la línea férrea: Existencia de obras importantes en los puntos más relevantes de una línea férrea, tales como:
    - Vías de Comunicación: Principal y secundaria.
    - Infraestructura:
      - Turística.
      - Policial.
      - Médica.

- Estaciones de servicio.
- Obras de Infraestructura básica:
  - Agua potable.
  - Alcantarillado.
- Inventario de cuneta, alcantarillado y muros de contención de la línea férrea en cada kilómetro:
  - Características principales de la cuneta: Tipo, material, longitud, ubicación si es izquierda o derecha, si necesita reconstrucción o limpieza y abscisa de referencia.
  - Características principales de las alcantarillas: Tipo, material, dimensiones, si necesita reconstrucción o limpieza y abscisa de referencia.
  - Características principales de muros de contención: Dimensiones, ubicación izquierda o derecha, si necesita reconstrucción y abscisa de referencia.
  - Plataforma Vial: Si necesita construcción o reconstrucción,
  - Observaciones generales de la vía.
- Inventario de materiales de la línea férrea: Por cada kilómetro:
  - Durmientes Existentes: Total, estado (bueno, regular, malo).
  - Número de Clavos faltantes.
  - Número de Rieles dañadas: clasificarlas según su tipo (45 lb, 55 lb, 70 lb u otras).
  - Número de Chavetas a cambiar: clasificarlas según su tipo (45 lb, 55 lb, 70 lb u otras).

- Número de pernos a cambiar.
  - Indicar la condición de los aparatos de la vía (regulares o malos) con su respectiva abscisa de referencia.
  - Indicar la longitud de la existencia o no de balasto en la plataforma vial, con su respectiva abscisa de referencia.
  - Observaciones generales del kilómetro.
- Inventario de puentes de la línea férrea
    - Abscisa de referencia del puente.
    - Estructura del puente: mampostería de piedra, hormigón, metálico o madera.
    - Luz libre
    - Ancho
    - Estado del puente: Bueno, regular o malo.
    - Observaciones generales del puente.
  - Inventario de túneles de la línea férrea.
    - Abscisa de referencia del puente.
    - Estructura del túnel: con revestimiento o sin revestimiento.
    - Longitud.
    - Ancho.
    - Estado del túnel: Bueno, regular o malo.
    - Observaciones generales del túnel.

- Para finalizar se realizaron conclusiones y recomendaciones sobre los datos obtenidos en campo, para la rehabilitación de la vía,
  - Numero de elementos que necesitan ser reemplazados.
  - Infraestructura que necesite de mantenimiento.
  - Reconstrucción de ciertos tramos.

## **4.2. Descripción general de la zona**

El análisis que se elaboró en este documento comprende los tramos de la vía férrea (tramo norte), que se encuentra entre las ciudades de Quito e Ibarra, tramo el cual fue recorrido en su totalidad a pie para tener un análisis total de la situación actual de la vía. El recorrido se comenzó desde la abscisa 0+000.00 ubicado en la ciudad de Quito y se terminó en la abscisa 173+100.00 que se encuentra en la estación de Ibarra. Esta línea del tren cruza por las provincias de Pichincha e Imbabura.

### **4.2.1. Clima**

El clima que presenta el país, a pesar de ser una nación pequeña en el aspecto de extensión territorial, posee una gran variedad de climas dependiendo de la zona en la cual se encuentre. En la zona del Oriente y en algunas partes de la Costa norte del país, la corriente del Niño produce lluvias que se pueden ir por varios meses desde Diciembre hasta Mayo, produciendo, en muchas ocasiones desbordes de ríos e inundaciones. En cambio en el sur, el clima es árido. En la parte de la sierra, el clima puede ir variando a medida que se va alcanzando una nueva altura. Desde los 2000 hasta los 3500 m el clima es templado. Al sobrepasar los 3500 metros se puede ya tener clima frío (INAMHI, 2015).

#### **a.1. Clima de la Sierra**

El clima que se tiene en el sector de la sierra del país se puede encontrar unos varios microclimas que se pueden evidenciar dependiendo de la zona en la que se encuentre. Estos son algunos de los climas que se pueden encontrar:

Clima tropical muy húmedo: se presenta en la transición entre la región andina y el litoral. También aparece en el límite de la región andina y la amazonia aproximadamente desde los 500m hasta los 1500m de altura. La pluviosidad se puede encontrar en alrededor de 2000mm.

Clima ecuatorial semihúmedo: Este es el clima que se puede encontrar con mayor frecuencia en esta parte del país. Las zonas que no presentan este tipo de clima son aquellas que se encuentran en los valles o en alturas superiores a 3000m en las cuales ya prima otra clase de condiciones climatológicas. La temperatura media se encuentra entre 12 y 22 grados centígrados. Se puede tener una humedad relativa de 500 a 2100mm.

Clima ecuatorial seco: este tipo de clima se puede encontrar en los valles que tienen una menor altitud. La temperatura se encuentra entre los 12 y 20 grados centígrados con una pluviosidad de aproximadamente 500 mm y una humedad relativa del 50 a 80%.

Clima ecuatorial de alta montaña: A medida que se va subiendo en altura se puede evidenciar que alrededor de los 3000 m se tienen temperaturas de alrededor de 4 y 8 grados centígrados y las lluvias pueden tener pluviosidades de entre 800 y 2000mm. Se tienen humedades relativas que oscilan entre el 80%. Pasadas éstas elevaciones ya se tienen la montañas propias de la región (INAMHI, 2015).

#### **4.2.2. Geología**

Al igual que se tiene una variedad de climas dentro del territorio ecuatoriano, los suelos que se tienen dentro del país varían bastante de una zona a otra. En el tramo que se considera en el estudio se tiene una gran variedad de cordilleras y es una zona altamente montañosa. Existen una gran cantidad de piedras y suelos que han sido formados por cenizas volcánicas dentro de los que se encuentra la denominada cangagua, suelo de extrema dureza y altamente permeable. En la provincia de Pichincha se tienen cangaguas en las faldas de las estribaciones de la costa y del oriente del país. Se encuentran en espesores entre 5 y 50 metros en los cuales también se pueden encontrar estratos de limos arenosos de baja compresibilidad y sobre consolidados. Llegando a la superficie se puede encontrar suelos volcánicos como pómez, cenizas volcánicas y tobas. En las regiones del

país que van hacia la costa se encuentran suelos residuales arcillosos. En la provincia de Imbabura se tienen, en la parte norte zonas densas en capa vegetal. En otras partes de la región se pueden encontrar depósitos de origen volcánico como piedra pómez, arenas, gravas y depósitos volcánicos. En la zona del valle se encuentran capas de cangaguas con espesores de más de 50 metros.

#### **4.2.3. Infraestructura**

Dentro del análisis que se elaboró en este documento se pudo determinar la infraestructura que queda del tramo Quito-Ibarra, el cual cabe recalcar que la mayoría se encuentra en mal estado o han sido destinadas para otras funciones diferentes para las cuales fueron creadas. Los datos que se obtuvieron fueron de un análisis de campo.

#### **4.3. Descripción de tablas**

Las tablas que se muestran en los anexos, contienen la información requerida, tablas de: subestructura vial, superestructura, puentes y túneles.

##### **4.3.1. Subestructura vial**

Consta de las Tablas B1 y B2:

Tabla Anexo B1: INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA LÍNEA FÉRREA QUITO – IBARRA.

Tabla Anexo B2: INVENTARIO DE CUNETA, ALCANTARILLAD Y MUROS DE CONTENCIÓN DE LA LINEA FERREA TRAMO QUITO - IBARRA

##### **4.3.2. Superestructura**

La superestructura consta del inventario: durmientes, clavos, rieles, chavetas, aparatos de la vía y plataforma vial



## ***Inventario de materiales***

### ***Durmientes***

El inventario de los durmientes que se analizó durante el recorrido de la vía mostró que se tenían alrededor de 1700 durmientes por cada kilómetro de vía, dato que se logró tomar de experiencia proporcionada por la FEEP (Ferrocarriles del Ecuador Empresa Pública) y que se comprobó con tomas que se hicieron en campo.

Los durmientes se clasificaron en tres distintos grupos que son:

#### **Buen Estado:**

Son aquellos que se encuentran en un estado aceptable y que aproximadamente tienen una vida útil de 2 a 5 años.

#### **Estado Regular:**

Son aquellos durmientes que solo pueden servir durante un periodo máximo de 2 años.

#### **Mal Estado:**

Son aquellos durmientes que necesitan ser reemplazados puesto que se han perdido en su totalidad o presentan demasiados daños evidentes.

### ***Clavos***

Para poder contabilizar la cantidad de clavos que existen en la vía férrea, se debe considerar que hay un promedio de 4 clavos por cada durmiente. Se tomaron valores de los clavos que tenían como dato la FEEP para poder tener un valor más aproximado.

### ***Rieles***

Los rieles que se contabilizaron son aquellas que tengan fallas visibles per que todavía se encuentren en la vía.

### ***Chavetas***

Se contabilizaron aquellas chavetas que estén rotas o con fallas visibles.

### *Aparatos de vía*

Los aparatos de vía que se consideran en el análisis de este documento son los de tipo mono, desvío, tornamesa, sapo. También se especifica el estado de cada uno de estos elementos que fueron encontrados en la vía como regular, malo o en buen estado.

### *Plataforma vial*

Se toman en cuenta aquellos sectores de la vía que tiene o no balasto pero que todavía muestran la vía y ruta que es tenía originalmente.

### *Observaciones*

Dentro de las observaciones se tomó en cuenta el número de faltantes, si hay existencia de los elementos, estado de línea férrea, la geografía del terreno.

Tabla Anexo B3: INVENTARIO DE MATERIALES DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA

### **4.3.3. Puentes**

#### Estructura del puente:

Se observó y anotó el material del cual está construido el puente que puede ser de Hormigón armado, Mampostería de piedra, metálico o de madera.

#### Longitud:

La longitud de cada puente (en metros) se tomó la distancia entre dos estribos.

#### Ancho:

Se midió el ancho de cada puente en metros de la plataforma que conforma el mismo.

### ***Inventario de puentes***

Tabla Anexo B4: INVENTARIO DE PUENTES DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA

### **4.3.4. Túneles**

#### Estructura del Túnel:

Se observó y anotó el material del cual está construido el túnel que puede ser con revestimiento o sin revestimiento.

Longitud:

La longitud de cada túnel (en metros) se tomó la distancia entre la salida y entrada del túnel.

Ancho:

Se midió el ancho de cada túnel en metros.

***Inventario de túneles***

Tabla Anexo B5: INVENTARIO DE TÚNELES DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA

## CAPITULO V “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”

### 5.1. Resumen de Infraestructura

A continuación se muestra la infraestructura más relevante existente en la línea férrea.

#### 5.1.1. Vías de Comunicación Principal

La línea férrea se encuentra cerca de vías principales, 18 estaciones específicamente, lo que permite un fácil acceso al ferrocarril.

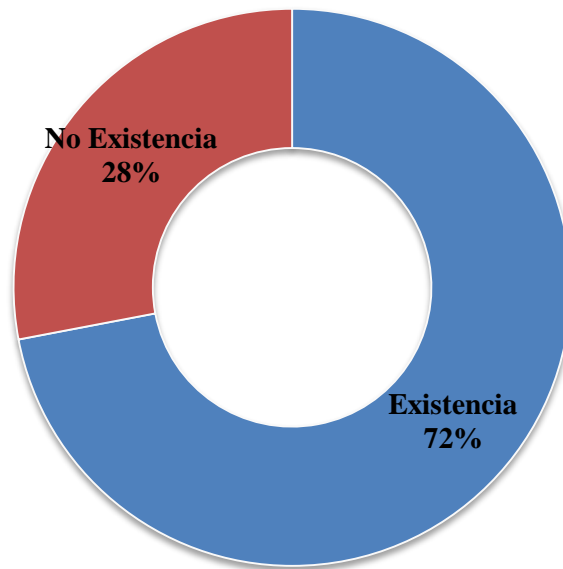


Figura 5.1. Porcentaje de Existencia de Vías de Comunicación Principal

La gráfica muestra la existencia de las vías principales es mayor que la no existencia, pero hay que tomar en cuenta que el hecho de que algunas de las estaciones no poseen acceso con vías principales no significa que no tengan comunicación vial.

### 5.1.2. Vías de Comunicación Secundaria

Existencia de vías de comunicación secundaria a las estaciones del ferrocarril

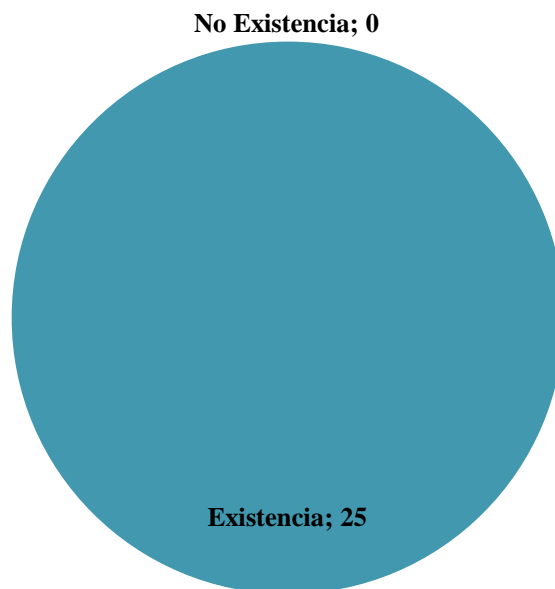


Figura 5.2. Porcentaje de Existencia Vías de Comunicación Secundaria

La gráfica muestra que todas las estaciones del ferrocarril poseen un acceso de vías secundarias, dentro de las 25 estaciones, por lo que todas las estaciones poseen comunicación vial.

### 5.1.3. Turística

Existencia de la infraestructura turística.

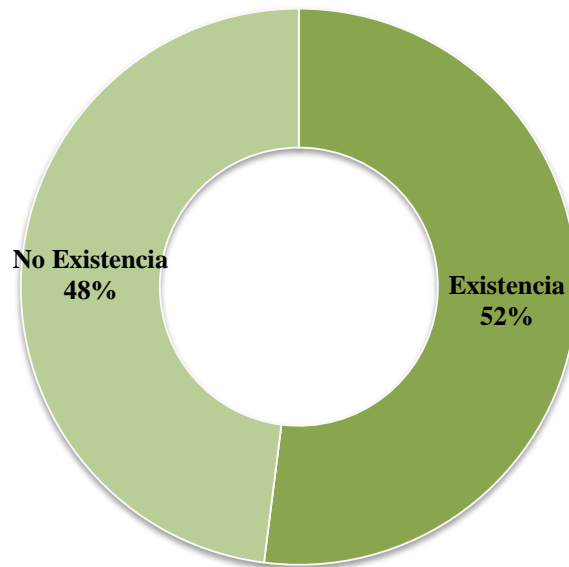


Figura 5.3. Porcentaje de Sectores Turísticos Existentes y No Existentes

Aproximadamente la mitad de las estaciones poseen zonas turísticas, se debería tomar en cuenta que todas estaciones deberían tener zonas turísticas, ya que permite que la economía del sector crezca, estos sectores crecerían si existiera la rehabilitación del tren.

#### 5.1.4. Policial

Existencia de la infraestructura policial.



Figura 5.4. Porcentaje de Sectores Policial Existentes y No Existentes

Existen 18 estaciones que poseen zona policial, por lo que es indispensable para la rehabilitación que se realice en las estaciones de Ascázubi, Otón, Cangahua, Tupiguchi y Ayala. Ya que permite la seguridad para el sector y para las personas de dichas estaciones.

### 5.1.5. Médica

Existencia de la infraestructura médica.

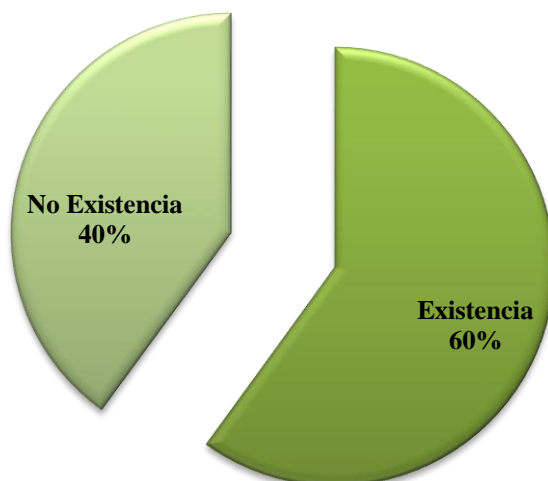


Figura 5.5. Porcentaje de Sectores Médica Existentes y No Existentes

Dentro del ámbito de la salud los existen 15 estaciones que poseen estaciones de unidades médicas, de la misma forma que las unidades policiales son indispensables que todas las estaciones posean unidades médicas.



### 5.1.6. Estación de Servicio

Existencia de estaciones de servicios.

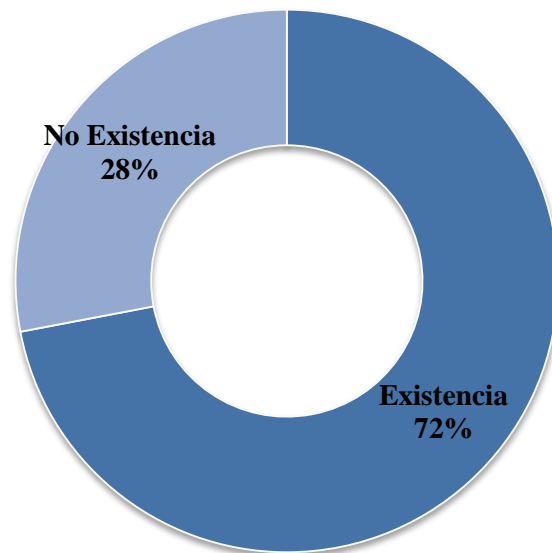


Figura 5.6. Porcentaje de Sectores de Estación de servicio Existentes y No Existentes

Existe una gran cantidad estaciones de servicios en las estaciones, exactamente 18, pese a que no son indispensables si ayudaría que las estaciones posean estaciones de servicios cercanos a las estaciones.

### 5.1.7. Agua Potable

Existencia de agua potable en las estaciones del tren.

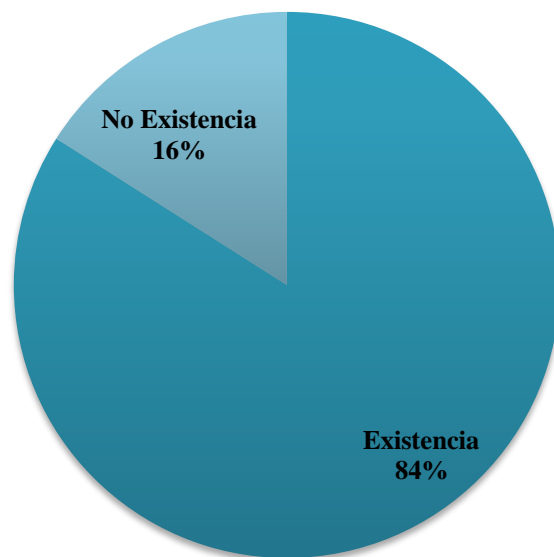


Figura 5.7. Porcentaje Agua Potable en Estaciones de la Línea Férrea Existente y No Existente

El agua Potable es indispensable para todas las estaciones por lo que es indispensable para su rehabilitación, las estaciones que necesitan son: Cangahua, Tupigachi, San Rafael e Iluman.

### 5.1.8. Alcantarillado

Existencia de alcantarillado en las estaciones del tren.



Figura 5.8. Porcentaje Alcantarillado en Estaciones de la Línea Férrea Existente y No Existente

De la misma forma que el agua potable es indispensable que todas las estaciones posean alcantarillado, estaciones que no disponen de alcantarillado son: Ascázubi, Otón, Cangahua, Cayambe, Tupigachi, Cajas, San Rafael, Iluman y San Roque.

## 5.2. Resumen del inventario de materiales

Estado de los materiales existentes en la vía: durmientes, rieles, chavetas, aparatos de vía y balasto.

### 5.2.1. Durmientes

Inventario de las condiciones de los durmientes a lo largo de la línea férrea.

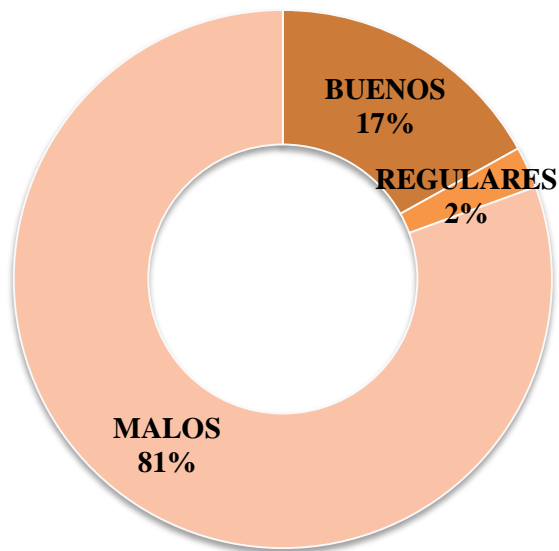


Figura 5.9. Estado de los Durmientes Existentes

A lo largo de la línea férrea la mayoría de los durmientes existentes se encuentran en malas condiciones, entre los durmientes de estado malo y regulares forman el 83% por lo que solo el 17% se encuentran en buen estado, por lo que requiere un cambio casi en su totalidad.

### 5.2.2. Rieles

Inventario de las condiciones de los rieles a lo largo de la línea férrea.

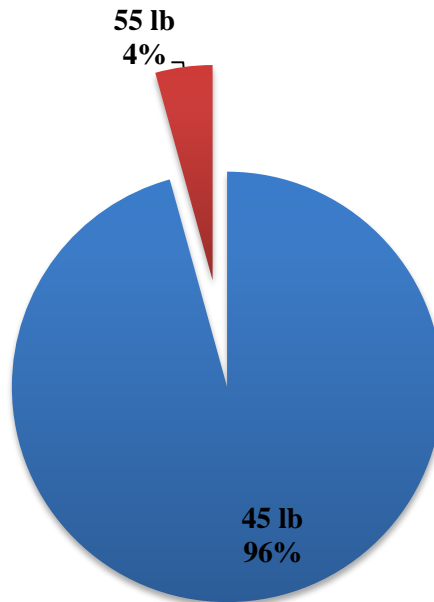


Figura 5.10. Rieles Dañadas o faltantes

Las Rieles que están dañadas o faltantes en su mayoría son rieles de 45 lb, por lo que va a requerir un gran presupuesto para reemplazar dichas rieles.

### 5.2.3. Chavetas

Inventario de las condiciones de las chavetas lo largo de la línea férrea.

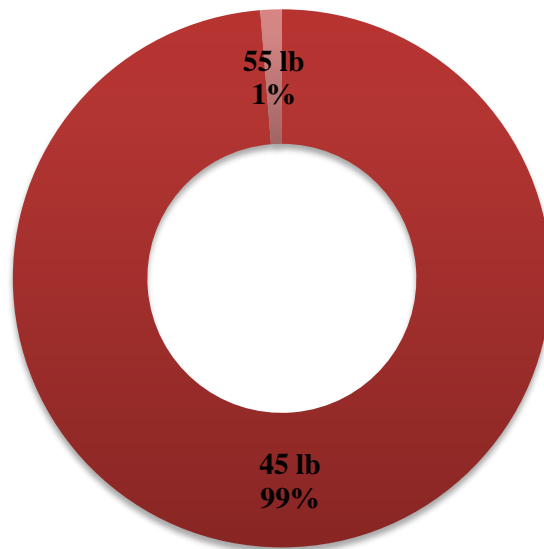


Figura 5.11. Estado de Chavetas a Cambiar

De la misma forma que las rieles, las chavetas que se deben cambiar son las chavetas de 45 lb ya que son el 99%.

#### 5.2.4. Aparatos de la Vía

Inventario de las condiciones de los aparatos de la vía a lo largo de la línea férrea.

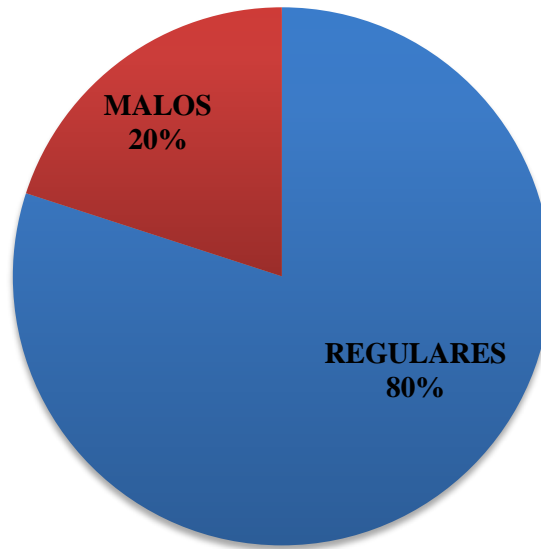


Figura 5.12. Porcentaje del estado de los aparatos de la vía

Los aparatos de la vía que necesitan ser rehabilitados son el 80% de los de existentes en regular estado, mientras que los que necesitan ser reemplazados son el 20% por su situación precaria.

### 5.2.5. Balasto

Inventario de la existencia o no de balasto a lo largo de la línea férrea.



Figura 5.13. Porcentaje de Balasto a lo largo de la línea Férrea

La mayoría del tramo de la línea férrea no posee balasto, el 84% no posee balasto, por lo que la cantidad para este material va a ser grande, la mayor cantidad de balasto se encuentra en el tramo de Otavalo-Ibarra.



### 5.3. Resumen de inventario de obras

Las obras que se tomaron en consideración para ver su estado fueron de puentes y túneles.

#### 5.3.1. Resumen del inventario de Túneles

Estado de los túneles existentes a lo largo de la línea férrea.

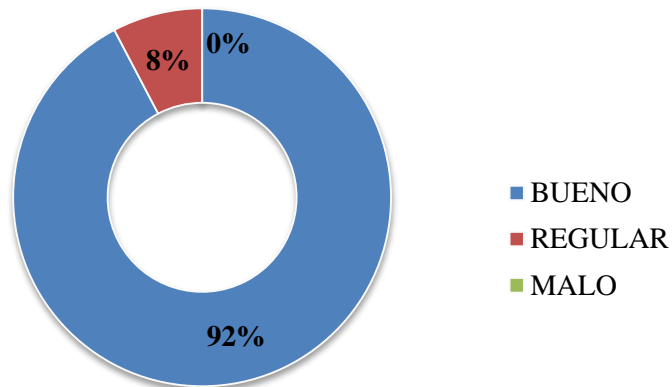


Figura 5.14. Condiciones de los túneles en la línea férrea

La mayoría de los túneles en la línea férrea están en condiciones aceptables y funcionales, solo existe un túnel en la abscisa 61+310 que se encuentra en situación regular y no existe túneles en malas condiciones por lo que para la rehabilitación en túneles el costo no va hacer alto.

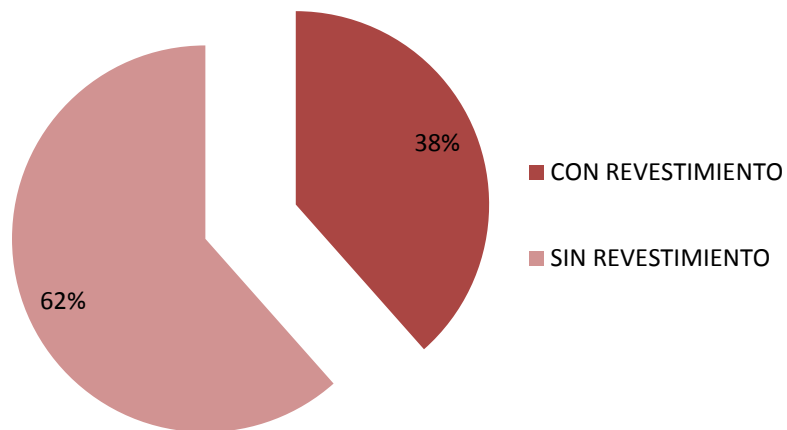


Figura 5.15. Tipo de Estructura del Túnel

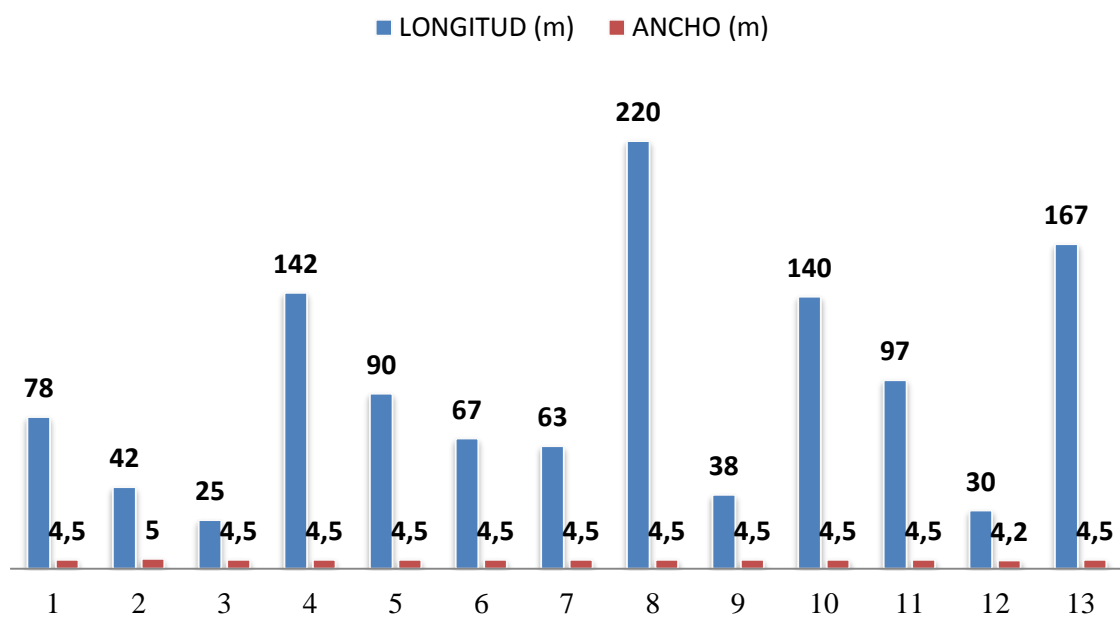


Figura 5.16. Dimensiones de los Túneles

### 5.3.2. Resumen del inventario de Puentes

Estado de los túneles existentes a lo largo de la línea férrea.

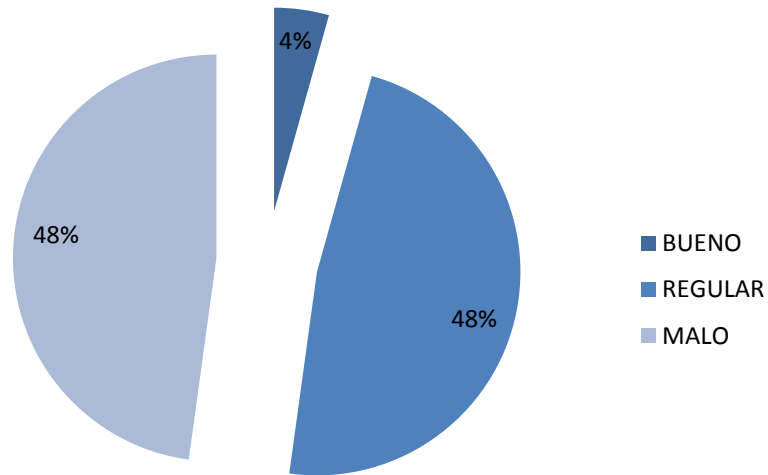


Figura 5.17. Condiciones de los puentes en la línea férrea

Los puentes en a lo largo de línea férrea necesitan ser rehabilitados, y en ciertos casos no existen por lo que es necesario una construcción de los puentes faltantes en ciertas zonas, de 23 puentes solo 1 se encuentra en buen estado, por lo que 22 puentes necesitan ser rehabilitados y en el caso del puente número 10 en la abscisa 140 + 020.00 que actualmente no existe es necesario su construcción.

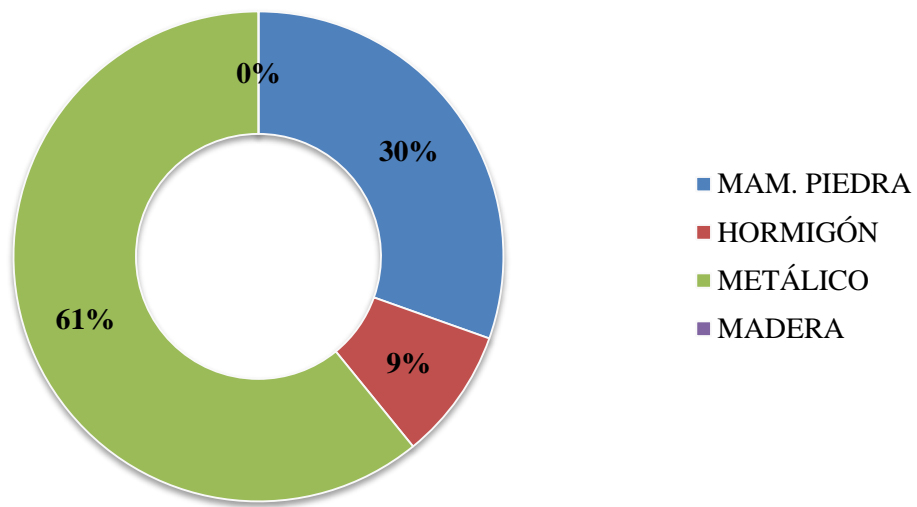


Figura 5.18. Tipo de Estructura del Puente

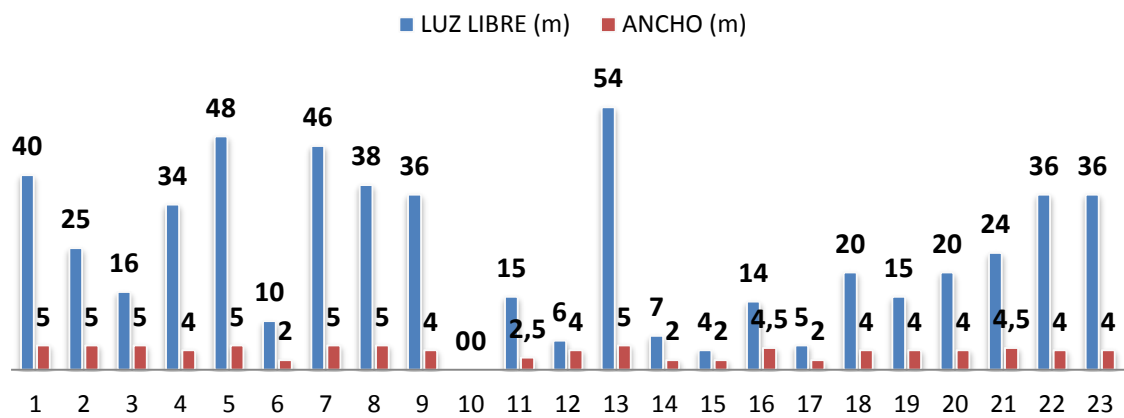


Figura 5.19. Dimensiones de los Puentes

#### **5.4. Conclusiones generales**

Como se ha podido ver a lo largo de la elaboración de esta tesis, la construcción del ferrocarril fue una de las más grandes obras que ha logrado el país a lo largo de la historia puesto que para su aprobación se tuvo que atravesar muchos problemas e inconvenientes al igual que en su etapa de construcción. Fue uno de los más grandes saltos que dio la nación puesto que por este medio se pudo acortar las distancias entre las principales ciudades del país y facilitó el comercio hacia las diferentes zonas, aquellas parroquias urbanas que antes no contaban con medios de comunicación, ya tenían una manera de comunicarse y fue por medio del ferrocarril. A pesar que el Ecuador tiene una compleja topografía, se logró la construcción del ferrocarril uno de los logros más grandes de la historia.

- A lo largo del trayecto, se pudo observar que los años de abandono por parte de los diferentes gobiernos han enterrado en su gran mayoría la vía férrea. Existe un alto porcentaje de la vía que se encuentra invadida ya sea por calles urbanas (como es el sistema de la Ecovía que quitó los rieles del tren y se construyó una parada para sus usuarios), como en zonas rurales en donde la única vía de acceso hacia algunos barrios es la del ferrocarril. En varios tramos de la vía se ven los rieles que se resisten a morir cubiertas por asfalto o tierra. Desde la salida de los talleres en la ciudad de Quito, la vía se encuentra invadida y se ha perdido totalmente su trayecto.
- En otras zonas rurales se puede observar que un gran porcentaje de los durmientes, en su gran mayoría, están totalmente deteriorados o simplemente han desaparecido.
- Las invasiones no han respetado el derecho de vía, inclusive en algunos sectores los rieles del tren llegan a cruzar viviendas que se han asentado encima de la ruta ferroviaria.
- En otros tramos de la vía, en especial en la parte que se va hacia el chaquiñán, el eje de vía sigue intacto, pero se han robado o enterrado la mayor parte de los rieles.
- Se pudo también evidenciar que el balasto de la vía ha desaparecido completamente lo que ha facilitado el deterioro acelerado que ha tenido la superestructura. La vía ha carecido del mantenimiento adecuado desde hace décadas. Esto ha causado, en algunos casos daños irremediables puesto que la vía del tren está completamente invadida por vías secundarias.

- Existen derrumbes en las afueras de la ciudad de Quito, a la altura de Otón, toda la meseta vial ha desaparecido por completo causado por un gran deslave. Ahora existen derrumbes a lo largo de toda la vía que nunca fueron limpiados.
- La mayoría de las estaciones y de la infraestructura que todavía sobrevive, está en muy malas condiciones y en muchos casos se les ha dado otra clase de usos. Todo el tramo que cruza el centro de Cumbaya se encuentra invadido por una vía automovilística y luego la línea se pierde en parque comunal.
- Los aparatos de vía ya no se encuentran donde deberían y la señalización ha desaparecido en casi todo el trayecto.
- Para poder realizar la correcta rehabilitación de la vía, la FEEP tendrá que definir, en primera instancia, el trazado de la vía, puesto que desalojar o tratar de recuperar el trayecto original generaría muchos problemas en el ámbito legal y significaría un alto costo y tiempo. Para reparar la vía, habría que hacer fuertes inversiones puesto que, en su mayoría, la vía se encuentra en situación precaria.

### **5.5. Recomendaciones**

La falta de mantenimiento de la línea férrea muestra que toda obra, necesita de mantenimiento y cuidado puesto que si no se hace esto, la destrucción de la misma es inevitable. Ahora que se ve el descuido y los problemas que presenta la línea férrea, se puede ver que en algunos tramos su rehabilitación sería demasiado costosa y resultaría no rentable puesto que existe otros medios de transporte que generarían mayores beneficios a un costo mucho mayor. La parte del ferrocarril que ha sido rehabilitado (el tramo Otavalo-Ibarra), debe ser cuidado y hacer mantenimientos de vía frecuentes para mantener la vía en buen estado.

La conservación de la vía se tendría que hacer solo en el tramo Otavalo-Ibarra puesto que el resto de la vía se encuentra inservible.

Se necesita hacer una conservación rutinaria que tendría como objetivo la corrección de pequeños problemas que se presenten a lo largo de la vía. Hay que mantener la capa de

balasto para poder conservar a los durmientes y a los rieles de la corrosión por medio de un sistema eficiente de drenaje superficial. Cambiar aquellas partes de la vía que se encuentren en mal estado o que han cumplido su vida útil. Chequear siempre los niveles y la alineación para tomar correctivos antes de que los problemas sean más graves. Hay que mantener especial cuidado de los sistemas que fijan el durmiente con el riel y de las juntas entre rieles y darles mantenimientos regulares.

Para la rehabilitación de los tramos de la vía que se encuentran en mal estado o que han desaparecido, se tiene que hacer un reemplazo de todos los elementos que constituyen la vía férrea en su totalidad puesto que los elementos que todavía siguen ahí, están en pésimo estado. Se tiene que renovar la vía con material nuevo y hacer un estudio de suelos en algunos tramos donde se muestra inestabilidad. Algunos de los rieles que se han encontrado pueden servir, pero en su gran mayoría tienen que ser reemplazados completamente. La parte más complicada de la rehabilitación es las invasiones y los tramos de vía que se encuentran enterrados o que han desaparecido completamente. Para esto se tiene que hacer un estudio que muestre alternativas de otras posibles rutas. Para la rehabilitación hay que tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- El balasto tiene que ser rehabilitado cuando ha perdido su capacidad de drenaje.
- Los rieles deben ser cambiados cuando ya han cumplido su vida útil o cuando ya tengan un desgaste pronunciado. Si se los reutiliza tiene que considerarse los esfuerzos a los que va a estar sometido.
- Los durmientes de madera tienen que ser reemplazados si es que no han recibido un tratamiento adecuado puesto que no pueden ser recuperados.

Cuando se entra en el ámbito de la rehabilitación, se tiene que ver que si es factible, hay que aumentar la velocidad de circulación del tren y su capacidad de carga para poder atender las necesidades futuras. Se tiene que hacer un reemplazo de aquellos elementos que han llegado al límite de su vida útil o que por el mal mantenimiento que se han destruido. Para poder abaratar costos se tiene que hacer una rehabilitación considerando poder recobrar aquellos componentes de la superestructura que todavía se puedan utilizar. Se

debe analizar el estado general del trazado de vía puesto que se considere la opción de poder corregir y volver al trazado original.

Los terraplenes tienen que analizarse por separado con el fin de ver si es necesaria su rehabilitación. Esto ocurre cuando se ha perdido su estabilidad principalmente por el mal drenaje que se tiene en la vía. Lo primero que se debe hacer es encontrar el problema y tratar de solucionarlo de la mejor manera posible con el fin de reconstruir la vía de la mejor manera posible.

Para poder mantener la vía en un buen estado, se tiene que tomar las siguientes consideraciones. Hay que encontrar aquellos tramos de la vía que se encuentren dañados para poder elaborar reparaciones parciales. Esto quiere decir, que se hacen reparaciones puntuales con el fin de mantener la vía en un buen estado. En lo que a la vía se refiere se tiene que considerar que no deben existir “codos” dentro de la vía (los codos son tramos con desviaciones bastante pronunciados, también se debe quitar los golpes (mala nivelación del terreno), cambiar y reemplazar los durmientes, fijar bien los durmientes a su apoyo, sustitución de rieles defectuosos o dañados, reemplazar los clavos, tornillos y chavetas dañados, limpiar y reconstruir sistemas de drenajes como desagües y alcantarillas y limpiar y pintar los puentes.

Se tiene que recordar que las mejores medidas que se pueden tomar son aquellas de prevención puesto que mantienen la vía y reducen los costos de rehabilitación considerablemente.



## **BIBLIOGRAFÍA**

INAMHI. (2015). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. From Biblioteca:  
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>

ebrary. (2015). From ebrary puce:  
<http://site.ebrary.com/lib/pucesp/reader.action?docID=11059270>

Monleón Cremades, S. (2014). Curso de concepción de puentes. Vol. II: elementos de diseño de puentes. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

González Fernández, F. J., & Fuentes Losa, J. (2010). Ingeniería ferroviaria. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.

López Pita, A. (2006). Infraestructuras ferroviarias. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya.

Castro, B. (2006). El ferrocarril ecuatoriano. Historia de la Unidad de un pueblo. Quito: Banco Central del Ecuador.

Blogspot.com. (n.d.). From [http://1.bp.blogspot.com/\\_FJZh1gy3MuM/TToqtCa-AcI/AAAAAAAAABHM/bC6tNNgsrPI/s1600/1.gif](http://1.bp.blogspot.com/_FJZh1gy3MuM/TToqtCa-AcI/AAAAAAAAABHM/bC6tNNgsrPI/s1600/1.gif)

Ministerio del Interior y Transporte Argentina. (2015). Comisión Nacional de Regulación de Transporte. From Transporte público: <http://168.101.24.238/nefa/Image382.gif>

Trapote A. (2013) Infraestructuras Hidráulico-Sanitarias II. Sanamiento y Drenaje: Publicacioens de la Universidad de Alicante.

Vernette J. (1993) Asistencia técnica para la rehabilitación de los ferrocarriles

Wikipedia. (2015). Transporte intermodal. From  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Transporte\\_intermodal](https://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_intermodal)

**ANEXO A: FOTOGRAFÍAS DE LA VÍA FÉRREA TRAMO QUITO –  
IBARRA**



ANEXO A1: Talleres del ferrocarril de Chiriyacu



ANEXO A2: Riel pasa por el camino del chaquiñan



ANEXO A3: Riel debajo del Asfalto



ANEXO A4: Túnel del ferrocarril cercano a la Autopista General Rumiñahui



ANEXO A5: Riel desviada y oxidada



ANEXO A6: Riel desviada y oxidada





ANEXO A7: Línea Férrea sector parque cusucungo



ANEXO A8: Estación del tren en Cumbaya



ANEXO A9: Línea férrea



ANEXO A10: Línea férrea habilitada Otavalo



ANEXO A11: Elementos habilitados en tramo de Otavalo



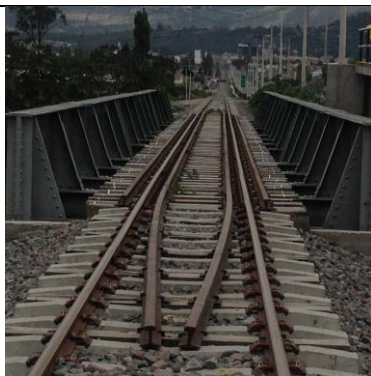
ANEXO A12 : Elementos habilitados en tramo de Otavalo, durmientes de madera



ANEXO A13 : Señalética vertical del ferrocarril sector Otavalo



ANEXO A14 : Señalética horizontal del ferrocarril sector de Otavalo



ANEXO A15 : Aparatos de la vía férrea sector Ibarra



ANEXO A16 : Línea Férrea en zona de vía pública vehicular, sector de Atuntaqui



ANEXO A17 : Línea Férrea Sector de Cayambe



ANEXO A18 : Riel enterrada sector de Chiriacu





ANEXO A19: Cruce en la vía pública vehicular sector Tumbaco



ANEXO A20: Camino del Chaquiñan sector Tumbaco



ANEXO A21: Riel de la Línea Férrea desviada y oxidada por el sector Pifo



ANEXO A22: Línea Férrea enterrada en el suelo Sector de el Quinche



ANEXO A23: Falta de rieles en la Línea Férrea Sector de Otón



ANEXO A24: Estación del tren de Otavalo



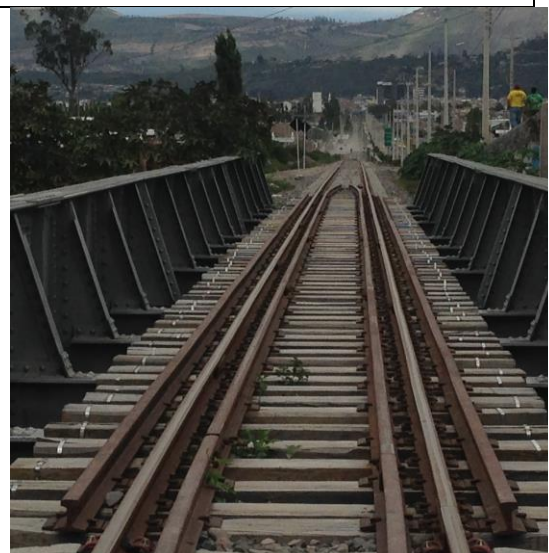
ANEXO 25A: Letrero de Publicidad del ferrocarril sector de San Roque



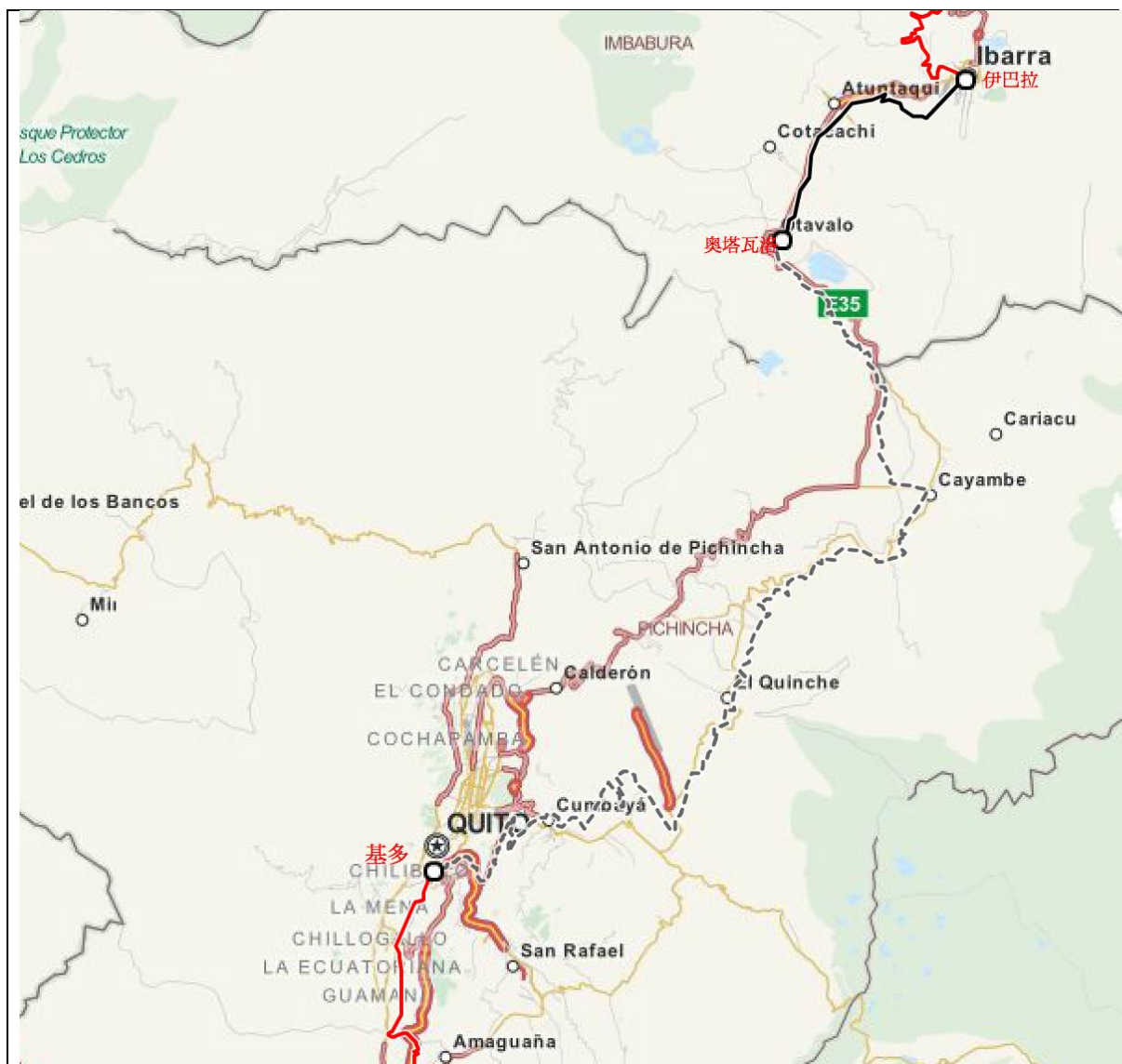
ANEXO 26A: Letrero de Publicidad del ferrocarril sector de Natabuela



ANEXO 27A: Estación del Ferrocarril de Ibarra



ANEXO 28A: Puente de línea férrea sector Ibarra



ANEXO 29A: Mapa de los tramos Quito-Ibarra

Fuente: [http://sharemap.org/public/Railways\\_in\\_Ecuador#!flash](http://sharemap.org/public/Railways_in_Ecuador#!flash)



**ANEXO B: TABLAS DE INVENTARIO DE LA LÍNEA FÉRREA  
TRAMOS QUITO - IBARRA**

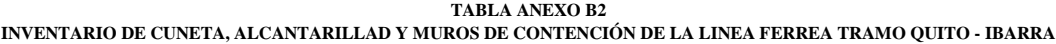
**TABLA ANEXO B1**  
**INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA**

ABSCISA	ESTACION	ALTITUD (MSNM)	VIAS DE COMUNICACIÓN		INFRAESTRUCTURA					
			PRINCIPAL	SECUNDARIA	TURISTICA	POLICIAL	MÉDICA	ESTACION DE SERVICIO	OBRAS INFRAESTRUCTURA BÁSICAS	
									AGUA POTABLE	ALCANTARILLADO
000+000	QUITO	2777	X	X	X	X	X	X	X	X
001+400	CHIRIACU	2817	X	X		X	X	X	X	X
021+400	CUMBAYÁ	2402	X	X	X	X	X	X	X	X
027+200	TUMBACO	2349	X	X	X	X	X	X	X	X
042+100	PUEMBO	2418	X	X	X	X	X	X	X	X
045+900	PIFO	2555	X	X		X	X	X	X	X
054+200	YARUQUÍ	2516	X	X		X		X	X	X
060+400	CHECA	2630	X	X		X	X	X	X	X
066+300	EL QUINCHE	2630	X	X	X	X	X	X	X	X
070+800	ASCAZUBI	2626		X				X	X	
082+700	OTÓN	2815	X	X					X	
101+200	CANGAHUA	2763		X	X					
110+000	CAYAMBE	2800	X	X	X	X	X	X	X	X
113+500	TABACUNDO	2785	X	X		X	X	X	X	X
117+200	TUPIGACHI	2892		X						
124+500	CAJAS	3102	X	X		X		X	X	
137+500	SAN RAFAEL	2823		X						
146+700	OTAVALO	2563	X	X	X	X	X	X	X	X
153+000	ILUMAN	2571		X	X					
156+600	SAN ROQUE	2576		X		X	X		X	
160+100	ATUNTAQUI	2497	X	X	X	X	X	X	X	X
162+500	NATABUELA	2443	X	X	X	X		X	X	X
165+500	SAN ANTONIO	2375	X	X	X	X	X	X	X	X
167+700	AYALA	2327		X					X	X
173+100	IBARRA	2209	X	X	X	X	X	X	X	X

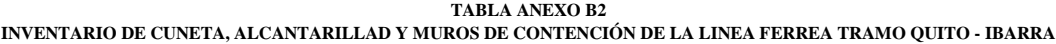


TABLA ANEXO B2  
 INVENTARIO DE CUNETA, ALCANTARILLAD Y MUROS DE CONTENCIÓN DE LA LINEA FERREA TRAMO QUITO - IBARRA

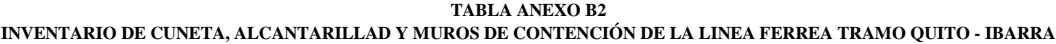
KILOMETRO		ABSISA DE REFERENC IA	CUNETAS							ABSISA DE REFERENC IA	ALCANTARILLAS						ABSISA DE REFERENC IA	MUROS DE CONTENCIÓN				ABSISA DE REFERENC IA	PLATAFORMA VIAL		OBSERVACIONES
INICIO	FIN		TIPO	MAT	LONG(m)	UBICACIÓN IZQ	DER	RECON STRUC	LIMPIE ZA		TIPO	MAT	DIMENSIONES		RECO NSTRU	LIMPI EZA		LONG (m)	UBICACIÓN		RECO NSTR		CONSTR UCCIÓN	RECONS TRUC	
0+000.00																									
0+000 ESTACION QUITO CHIMBACALLE																									
	0+999.99																								
1+000.00										300	O	H	0,5	0,5	X										
1+400 TALLER CHIRIACU										400	O	H	0,5	0,5	X										
	1+999.99																								
2+000.00										54	O	H	0,5	0,5	X										Cunetas rehabilitadas
										198	O	H	0,5	0,5	X										
	2+999.99									459	O	H	0,5	0,5	X										
3+000.00	3+999.99	270	V	H	15				X	432	O	H	0,5	0,5	X										
4+000.00	4+999.99									441	O	H	0,5	0,5	X										
5+000.00	5+999.99																								
6+000.00	6+999.99									189	U	H	0,4	0,5											
7+000.00	7+999.99									610	O	H	0,5	0,5	X										
8+000.00										540	O	H	0,5	0,5	X										
	8+999.99									800	O	H	0,5	0,5											
9+000.00	9+999.99																								
10+000.00										405	O	H	0,5	0,5	X										
										420	O	H	0,6	0,6	X										Drenaje deficiente
										550	O	H	0,5	0,5	X										
	10+999.99									600	O	H	0,6	0,6	X										Mal drenaje, quebrada
11+000.00	11+999.99																								Cunetas faltantes
12+000.00										395	O	H	0,5	0,5	X										Cunetas faltantes
										765	O	H	0,5	0,5	X										Cunetas faltantes
	12+999.99									945	O	H	0,5	0,5	X										Cunetas faltantes
13+000.00	13+999.99									870	O	H	0,5	0,5		X									
14+000.00	14+999.99									945	O	H	0,5	0,5	X										
15+000.00	15+999.99																								
16+000.00	16+999.99									485	O	H	0,5	0,5		X									
17+000.00	17+999.99																								Quebrada
18+000.00	18+999.99									645	O	H	0,6	0,6		X									
19+000.00	19+999.99																								
20+000.00	20+999.99																								
21+000.00	21+999.99																								
21+400 ESTACION CUMBAYA																									
	21+999.99																								
22+000.00										340	O	H	0,6	0,6		X									
	22+999.99									355	O	H	0,5	0,6	X										
23+000.00	23+999.99																								
24+000.00	24+999.99																								
25+000.00	25+999.99																								
26+000.00	26+999.99									320	U	H	1,6	1,6	X										
27+000.00																									Riachuelo
27+200 ESTACION TUMBACO																									
	27+999.99																								
28+000.00	28+999.99									300	U	H	0,3	0,3	X										
29+000.00	29+999.99									350	O	H	0,6	0,6		X									
30+000.00										50	O	H	0,6	0,6	X										
	30+999.99									620	O	H	0,6	0,6		X									
31+000.00	31+999.99									225	O	H	0,6	0,6		X									
32+000.00										50	O	H	0,5	0,5	X		680	25	X						
	32+999.99															910	30	X							



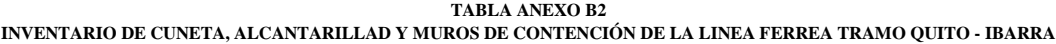
KILOMETRO		ABSISA DE REFERENC IA	CUNETAS							ABSISA DE REFERENC IA	ALCANTARILLAS					ABSISA DE REFERENC A	MUROS DE CONTENCIÓN				ABSISA DE REFERENC IA	PLATAFORMA VIAL		OBSERVACIONES	
INICIO	FIN		TIPO	MAT	LONG(m)	UBICACIÓN		RECON STRUC	LIMPIE ZA		TIPO	MAT	DIMENSIONES		RECO NSTRU		LIMPI EZA	LONG (m)	UBICACIÓN			RECO NSTR	CONSTR UCCIÓN		RECONS TRUC
						IZQ	DER						ANCHO (m)	ALTO (m)					IZQ	DER					
33+000.00	33+999.99														90	18	X								
34+000.00	34+999.99																								
35+000.00															260	20	X	X							
	35+999.99														360	10	X								
36+000.00	36+999.99																								
37+000.00									335	O	U	0,3	0,4		X	845	9	X							
	37+999.99								695	O	U	0,4	0,4		X										
38+000.00	38+999.99								650	O	U	0,4	0,4		X										
39+000.00									470	O	O	0,3	0,3	X											
	39+999.99								775	O	O	0,4	0,4	X											
40+000.00	40+999.99								90	O	U	0,5	0,5	X											
41+000.00	41+999.99																								
42+000.00																									
42+100 ESTACION PUEMBO																									
	42+999.99																								
43+000.00	43+999.99																								
44+000.00	44+999.99																								
45+000.00																									
45+900 ESTACION DE PIFO																									
	45+999.99																								
46+000.00	46+999.99																								
47+000.00	47+999.99																								
48+000.00	48+999.99																								
49+000.00									85	U	H	0,4	0,5	X											
									310	U	H	0,5	0,5	X											
									445	O	H	0,5	0,5	X											
									580	O	H	0,5	0,5		X										
									715	O	H	0,5	0,5		X										
	49+999.99								850	O	H	0,5	0,5		X										
50+000.00	50+999.99																								
51+000.00	51+999.99								695	U	H	0,4	0,5		X										
52+000.00	52+999.99																								
53+000.00	53+999.99																								
54+000.00																									
54+200 ESTACION YARUQUI																									
	54+999.99																								
55+000.00									800	O	H	0,6	0,6		X										
	55+999.99								900	O	H	0,6	0,6		X										
56+000.00	56+999.99								500	O	H	0,6	0,6		X										
57+000.00	57+999.99								0	U	H	0,6	0,6		X										
									200	U	H	0,6	0,6		X										
58+000.00	58+999.99																								
59+000.00									200	O	H	0,6	0,6		X										
									700	O	A	0,6	0,6		X										
	59+999.99								900	O	A	0,6	0,6		X										
60+000.00																									
60+400 ESTACION CHECA																									
	60+999.99																								
61+000.00	61+999.99								0	O	A	0,5	0,5		X										
62+000.00									500	O	A	0,5	0,5		X	100	37	X							
									600	O	A	0,5	0,5		X	800	22	X							
	62+999.99								850	O	A	0,5	0,5		X										
63+000.00	63+999.99								250	O	A	0,5	0,5		X	200	4	X			300	X		Derrumbe grande imposibilita el paso	
64+000.00	64+999.99								0	O	A	0,5	0,5		X										
65+000.00	65+999.99																						Vía enterrada		



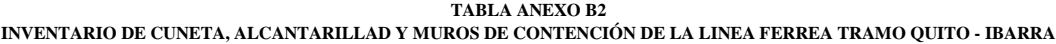
KILOMETRO		ABSISA DE REFERENC IA	CUNETAS				ABSISA DE REFERENC IA	ALCANTARILLAS					ABSISA DE REFERENC IA	MUROS DE CONTENCIÓN			ABSISA DE REFERENC IA	PLATAFORMA VIAL		OBSERVACIONES			
INICIO	FIN		TIPO	MAT	LONG(m)	UBICACIÓN IZQ		DER	RECON STRUC	LIMPIE ZA	TIPO	MAT		DIMENSIONES ANCHO (m)ALTO (m)	RECO NSTRU	LIMPI EZA		LONG (m)	UBICACIÓN IZQ		DER	RECO NSTR	CONSTR UCCIÓN
66+000.00												70	O	A	0.5	0.5				10	X		Deslave
60+400 ESTACION EL QUINCHE												80	O	A	0.5	0.5							
												150	U	H	0.3	0.3							
												180	O	A	0.5	0.5							
												370	U	H	0.5	0.5			380	X			Alcantarilla destruida
												390	O	A	0.6	0.6							Derumbes pequeños
												500	O	A	0.5	0.5							
	66+999.99											800											Derumbes pequeños
67+000.00	67+999.99											0	O										
68+000.00	68+999.99																						
69+000.00												250							100	X			Derumbe grande
												300	U	H	0.5	0.5			200		X		Continuación de derrumbe
												400	U	H	0.4	0.4							Paso de agua de riego
												410	U	H	1.8	1.5							Paso canal de riego
	69+999.99											800	U	H	0.6	0.6							Alcantarilla de mampostería de piedra
70+000.00												900	O	A	0.5	0.5							
70+800 ESTACION ASCAZUBI												950	O	A	0.5	0.5							
	70+999.99																						
71+000.00	71+999.99											100	O	A	0.5	0.5							
72+000.00	72+999.99											500	U	H	0.4	0.4							
73+000.00	73+999.99											600	O	NAT	1.5	1.5							Alcantarilla en la quebrada
74+000.00												500	O	A	0.5	0.5							
	74+999.99											700	O	A	0.5	0.5							
75+000.00												400	U	H	0.3	0.3							Paso de agua
	75+999.99											950	U	H	0.6	0.6							Paso de agua
76+000.00												100	O	A	0.5	0.5							
												200	O	A	0.5	0.5							
												300	O	A	0.5	0.5							
												400	O	A	0.5	0.5							
												500	O	A	0.5	0.5							
	76+999.99											600	U	H	0.4	0.4							
77+000.00												200	U	H	0.3	0.3			100	X			Derumbe grande
												300	O	A	0.5	0.5							
												600	O	A	0.5	0.5							
	77+999.99											650	O	A	0.5	0.5							
78+000.00												300	O	A	0.5	0.5							
												500	O	A	0.5	0.5							
												600	O	A	0.5	0.5							
	78+999.99											750	O	A	0.5	0.5							
79+000.00												50	O	A	0.5	0.5							
												100	O	A	0.5	0.5							
												200	U	H	0.4	0.4							
												400	U	H	0.3	0.3							Paso de agua
												410	U	H	0.3	0.3							Paso de agua
												420	O	A	0.5	0.5		X					
	79+999.99											850	O	A	0.5	0.5							
80+000.00												50	U	H	0.3	0.3							Paso de agua
	80+999.99											60	U	H	0.3	0.3							Paso de agua
81+000.00												0	O	A	0.5	0.5		X					
												100	O	A	0.5	0.5		X					
												400	U	H	0.3	0.3							Paso de agua
												800	O	A	0.5	0.5							
	81+999.99											900	O	A	0.5	0.5							
82+000.00												0	O	A	0.5	0.5							Paso de agua
82+700 ESTACION OTON												600	U	H	0.3	0.3		X					Estacion destruida



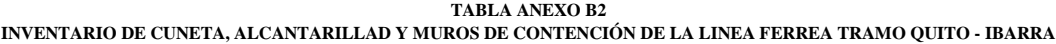
KILOMETRO		ABSISA DE REFERENCIA	CUNETAS					ABSISA DE REFERENCIA	ALCANTARILLAS					ABSISA DE REFERENCIA	MUROS DE CONTENCIÓN			ABSISA DE REFERENCIA	PLATAFORMA VIAL		OBSERVACIONES		
INICIO	FIN		TIPO	MAT	LONG(m)	UBICACIÓN IZQ	DER		RECONSTRUC	LIMPIEZA	TIPO	MAT	DIMENSIONES		RECONSTRU	LIMPIEZA	LONG (m)		UBICACIÓN IZQ	DER		RECONSTRU	CONSTRUCCIÓN
	82+999.99									800	U	H	0.3	0.3	X								
83+000.00										0	U	H	0.3	0.3	X		700	52		X			Muro de mamposteria de piedra
										800	O	A	0.5	0.5	X		800	10		X			Muro de piedra
	83+999.99									900	U	H	0.5	0.5	X								Paso de agua
84+000.00										100	O	NAT	1.5	1.5		X					0	X	Alcantarrilla en la quebrada
										150	O	NAT	1.5	1.5		X							Alcantarrilla en la quebrada
										300	U	H	0.3	0.3		X							Paso de agua
										600	U	H	0.3	0.3	X								Paso de agua
	84+999.99									700	O	A	0.5	0.5	X								
85+000.00	85+999.99									900	O	A	0.5	0.5	X								
86+000.00										300	O	A	0.5	0.5		X							
	86+999.99									700	O	H	0.6	0.6	X								Quebrada de tomebamba
87+000.00	87+999.99									650	U	H	0.4	0.5		X							
88+000.00										0	U	H	0.5	0.6		X	200	80	X				Deslave
	88+999.99																250	20	X				
89+000.00	89+999.99									900	O	H	0.6	0.6		X							
90+000.00	90+999.99									700	O	H	0.5	0.5	X								
91+000.00										750	U	H	0.3	0.3	X								
	91+999.99									800	O	H	0.3	0.3	X								
92+000.00	92+999.99																						Quebrada pingulmi
93+000.00	93+999.99																						
94+000.00	94+999.99																						
95+000.00										300	O	H	0.5	0.5	X								
										700	O	H	0.3	0.3	X								
	95+999.99									950	U	H	0.3	0.4	X								
96+000.00	96+999.99									300	U	H	0.3	0.4		X							
97+000.00	97+999.99									800	U	H	0.3	0.3	X								
98+000.00										500	U	H	0.3	0.4		X							
	98+999.99									700	U	H	0.3	0.4									
99+000.00	99+999.99																						Quebrada de Cagahua
100+000.00	100+999.99									800	U	H	0.2	0.3		X							
101+000.00																							
101+200 ESTACION CANGAHUA																							
	101+999.99																						
102+000.00										280	U	H	0.3	0.3		X							
103+000.00		500	V	H	20	X			X	800	O	H	0.5	0.5		X							
	103+999.99	800	V	H	15		X		X	900	U	H	0.3	0.3		X							
104+000.00																							
105+000.00	105+999.99									100	U	H	0.3	0.3		X							
106+000.00	106+999.99									500	O	H	0.5	0.5		X							
107+000.00										650	U	H	0.3	0.3		X							
	107+999.99									900	U	H	0.3	0.3		X							
108+000.00	108+999.99												0.3	0.3		X							800 Quebrada de Cayambe
109+000.00	109+999.99																						
110+000.00																							
110+000 ESTACION CAYAMBE																							
	110+999.99									550	O	H	0.5	0.5		X							
111+000.00	111+999.99																						
112+000.00	112+999.99									100	U	H	0.4	0.4		X							
113+000.00																							500 Quebrada de Tabacundo
113+500 ESTACION TABACUNDO																							
	113+999.99																						
114+000.00	114+999.99																						
115+000.00	115+999.99																			700		X	Deslave
116+000.00	116+999.99																						



KILOMETRO		ABSISA DE REFERENC IA	CUNETAS							ABSISA DE REFERENC IA	ALCANTARILLAS					ABSISA DE REFERENCI A	MUROS DE CONTENCIÓN				ABSISA DE REFERENC IA	PLATAFORMA VIAL		OBSERVACIONES
INICIO	FIN		TIPO	MAT	LONG(m)	UBICACIÓN IZQ DER		RECON STRUC	LIMPIE ZA		TIPO	MAT	DIMENSIONES ANCHO (m)ALTO (m)		RECO NSTRU		LIMPI EZA	LONG (m)	UBICACIÓN IZQ DER			RECO NSTR	CONSTR UCCIÓN	
117+000.00		200	U	H	15	X			X	050	U	H	0.4	0.4	X									
117+200 ESTACION TUPIGACHI										002	U	H	0.3	0.3		X								
	117+999.99									300	U	H	0.3	0.3		X								
118+000.00																				500		X	Reconformacion del suelo	
	118+999.99																			900			Deslave	
119+000.00	119+999.99									500	O	H	0.5	0.5		X							Quebrada	
120+000.00										800	O	H	0.5	0.5		X								
	120+999.99									900	O	H	0.5	0.5		X								
121+000.00										100	U	H	0.4	0.4		X							Quebrada	
	121+999.99									400	U	H	0.4	0.4		X								
122+000.00	122+999.99									50	O	H	0.5	0.5		X								
123+000.00										850	O	H	0.5	0.5										
	123+999.99									950	O	H	0.5	0.5										
124+000.00																								
124+500 ESTACION CAJAS																								
	124+999.99																							
125+000.00										500	O	H	0.5	0.5		X							Alcantarilla destruida	
	125+999.99									800	O	H	0.5	0.5		X							Alcantarilla destruida	
126+000.00										200	O	H	0.5	0.5		X								
										300	O	H	0.5	0.5		X								
										350	O	H	0.5	0.5		X								
										400	O	H	0.5	0.5		X								
	126+999.99									700	O	H	0.5	0.5		X				800		X		
127+000.00										100	O	H	0.5	0.5		X				900		X	Derrumbe	
										200	O	H	0.5	0.5		X								
										300	O	H	0.5	0.5		X								
										500	O	H	0.5	0.5		X								
	127+999.99									700	O	H	0.5	0.5		X								
128+000.00										100	O	A	0.5	0.5		X								
										500	O	A	0.5	0.5		X								
										550	O	A	0.5	0.5		X								
	128+999.99									950	O	H	0.6	0.6		X							Quebrada	
129+000.00										100	O	A	0.5	0.5		X							Derumbe	
										200	O	A	0.5	0.5		X							Derumbe	
										500	O	A	0.5	0.5		X								
	129+999.99									950	O	A	0.5	0.5		X								
130+000.00	130+999.99									300	O	A	0.5	0.5		X								
131+000.00										200	O	H	1.5	1.5	X								Destruida la Quebrada	
										800	O	A	0.5	0.5		X								
	131+999.99									850	O	A	0.5	0.5		X								
132+000.00										000	O	A	0.5	0.5		X								
	132+999.99									100	O	A	0.5	0.5		X								
133+000.00										000	O	A	0.5	0.5		X								
										400	O	H	0.6	0.6	X								Quebrada	
										600	O	H	0.6	0.6	X								Quebrada	
										700	O	A	0.5	0.5		X								
	133+999.99									800	O	A	0.5	0.5		X								
134+000.00										200	O	A	0.5	0.5		X								
										300	O	A	0.5	0.5		X							Alcantarilla destruida	
										400	O	A	0.5	0.5		X								
										700	O	A	0.5	0.5		X								
										800	O	A	0.5	0.5		X							Derumbe	
	134+999.99									950	U	H	1.5	1.5		X							Quebrada	
135+000.00										200	O	A	0.5	0.5		X							Derrumbe pequeño	
										400	O	A	0.5	0.5		X								

[illegible]





**TABLA ANEXO B2**  
**INVENTARIO DE CUNETA, ALCANTARILLAD Y MUROS DE CONTENCIÓN DE LA LINEA FERREA TRAMO QUITO - IBARRA**



**TABLA ANEXO B3**  
**INVENTARIO DE MATERIALES DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA**

KILOMETRO		DURMIENTES Existentes				CLAVOS Faltantes	RIELES Dañados o Faltantes			CHAVETAS A cambiar			PERNOS A cambiar o completar	ABSCISA DE REFERENCIA	APARATOS DE LA VIA Condicion		ABSCISA DE REFERENCIA	PLATAFORMA VIAL m.		OBSERVACIONES
INICIO	FIN	TOT	B	R	M		45 lb	55 lb	70 lb	45 lb	55 lb	70 lb			R	M		CON BALASTO	SIN BALASTO	
0+000.00		1700	35	122	1543	6172	22			45			195						1000	Rieles con escombros, Desviación completa
0+000 ESTACION QUITO														100		X				
	0+999.99																			
1+000.00		1700	0	18	1682	6728													1000	Rieles debajo del Suelo
1+400 TALLER CHIRIACU														400			X			
	1+999.99																			
2+000.00	2+999.99	1700	25	38	1637	6548	19			17			64						1000	Rieles cubiertas
3+000.00	3+999.99	1700	15	30	1655	6620	12			22			88						1000	Rieles cubiertas
4+000.00	4+999.99	1700	23	26	1651	6604	15			11			51						1000	Invación de la vía Férrea
5+000.00	5+999.99	1700	34	17	1649	6596	41			15			65						1000	Invación de la vía Férrea
6+000.00	6+999.99	1700	17	19	1664	6656	88			14			68						1000	Rieles cubiertas
7+000.00	7+999.99	1700	25	25	1650	6600		22			24		110						1000	No hay rieles
8+000.00	8+999.99	1700	37	20	1643	6572		24					89						1000	
9+000.00	9+999.99	1700	15	35	1650	6600		17			18		68						1000	Rieles cubiertas
10+000.00	10+999.99	1700	10	29	1661	6644		36			7		28						1000	No rieles desde 837
11+000.00	11+999.99	1700	20	18	1662	6648	130			12			49						1000	No rieles desde 00 hasta 425
12+000.00	12+999.99	1700	24	27	1649	6596	56			25			82						1000	
13+000.00	13+999.99	1700	11	18	1671	6684	27			23			89						1000	Rieles debajo del Suelo en 460
14+000.00	14+999.99	1700	13	30	1657	6628	38			81			365						1000	
15+000.00	15+999.99	1700	5	35	1660	6640	37			75			279						1000	
16+000.00	16+999.99	1700	13	29	1658	6632	29			51			193						1000	No hay rieles desde 890
17+000.00	17+999.99	1700	12	37	1651	6604	37			75			285						1000	Rieles debajo del Suelo en 295
18+000.00	18+999.99	1700	22	49	1629	6516	42			83			336						1000	
19+000.00	19+999.99	1700	8	0	1692	6768	26			54			211						1000	Cruce de vía
20+000.00	20+999.99	1700	0	5	1695	6780	38			78			308						1000	Cruce de vía en 130
21+000.00		1700	0	0	1700	6800	36			72			289						1000	Cruce de vía en 841
21+400 ESTACION CUMBAYA														400		X				
	21+999.99																			
22+000.00	22+999.99	1700	7	68	1625	6500	24			105			430						1000	Invación de la vía Férrea
23+000.00	23+999.99	1700	9	48	1643	6572	41			170			448						1000	
24+000.00	24+999.99	1700	12	56	2	8	17			71			231						1000	Invación de la vía Férrea
25+000.00	25+999.99	1700	11	38	1651	6604	28			122			438						1000	Invación de la vía Férrea
26+000.00	26+999.99	1700	14	60	1626	6504	49			195			541						1000	
27+000.00		1700	22	57	1621	6484	39			154			471						1000	
27+200 ESTACION TUMBACO														200		X				Desvio Completo
	27+999.99																			
28+000.00	28+999.99	1700	30	154	1516	6064				18			69						1000	Invación de la vía Férrea
29+000.00	29+999.99	1700	18	148	1534	6136				25			103						1000	Invación de la vía Férrea
30+000.00	30+999.99	1700	65	111	1524	6096				15			79						1000	
31+000.00	31+999.99	1700	54	133	1513	6052				36			165						1000	Invación de la vía Férrea
32+000.00	32+999.99	1700	22	118	1560	6240				42			191	200		X			1000	Campamento Albán
33+000.00	33+999.99	1700	36	101	1563	6252	7			35			165						1000	
34+000.00	34+999.99	1700	41	115	1544	6176				39			177						1000	
35+000.00	35+999.99	1700	88	62	1550	6200				26			118						1000	
36+000.00	36+999.99	1700	36	117	1547	6188				42			189						1000	
37+000.00	37+999.99	1700	22	135	1543	6172				38			150						1000	
38+000.00	38+999.99	1700	40	105	1555	6220				21			199						1000	
39+000.00	39+999.99	1700	35	99	1566	6264				18			87						1000	
40+000.00	40+999.99	1700	29	111	1560	6240				15			73						1000	
41+000.00	41+999.99	1700	30	145	1525	6100				35			171						1000	
42+000.00		1700	41	157	1502	6008	25			41			188						1000	Cruce con Pumbo en 440
42+100 ESTACION PUMBO														100		X				Desvio
	42+999.99																			
43+000.00	43+999.99	1700	53	140	1507	6028	27			66			312						1000	Rieles enterradas
44+000.00	44+999.99	1700	39	155	1506	6024	35			81			367						1000	No hay rieles en tramos 440 hasta 980



**TABLA ANEXO B3**  
**INVENTARIO DE MATERIALES DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA**

KILOMETRO		DURMIENTES Existentes				CLAVOS Faltantes	RIELES Dañados o Faltantes			CHAVETAS A cambiar			PERNOS A cambiar o completar	ABSCISA DE REFERENCIA	APARATOS DE LA VIA Condicion		ABSCISA DE REFERENCIA	PLATAFORMA VIAL m.		OBSERVACIONES
INICIO	FIN	TOT	B	R	M		45 lb	55 lb	70 lb	45 lb	55 lb	70 lb			R	M		CON BALASTO	SIN BALASTO	
45+000.00		1700	67	161	1472	5888	40			90			422						1000	Cruce Yaruqui
45+900 ESTACION PIFO														900	X					
	45+999.99																			
46+000.00	46+999.99	1700	14	30	1656	6624	28			45			190						1000	Línea férrea paralela a la carretera
47+000.00	47+999.99	1700	13	39	1648	6592	24			61			245						1000	Via sobre cancha
48+000.00	48+999.99	1700	9	50	1641	6564	14			58			235						1000	La mayoría Tapada
49+000.00	49+999.99	1700	15	39	1646	6584	21			41			181						1000	La mayoría Tapada
50+000.00	50+999.99	1700	10	25	1665	6660	33			71			280						1000	La mayoría Tapada
51+000.00	51+999.99	1700	11	44	1645	6580	11			30			124						1000	
52+000.00	52+999.99	1700	25	62	1613	6452	15			42			171						1000	
53+000.00	53+999.99	1700	35	71	1594	6376	33			70			281						1000	
54+000.00		1700	20	85	1595	6380	39			80			324						1000	La mayoría Tapada
54+200 ESTACION DE YARUQUI														200	X					
	54+999.99																			
55+000.00	55+999.99	1700	4	15	1681	6724	33			88			375						1000	La mayoría Tapada
56+000.00	56+999.99	1700	9	77	1614	6456	41			109			421						1000	
57+000.00	57+999.99	1700	8	31	1661	6644	57			140			466						1000	Derumbe pequeño
58+000.00	58+999.99	1700	2	35	1663	6652				5			54						1000	
59+000.00	59+999.99	1700	55	22	1623	6492	90			220			832						1000	Tapada la via del tren
60+000.00		1700	2	18	1680	6720				9			57						1000	
60+400 ESTACION CHECA														400	X					Aparatos incompletos
	60+999.99																			Aparatos incompletos
61+000.00	61+999.99	1700	0	0	1700	6800				5			48						1000	
62+000.00	62+999.99	1700	40	19	1641	6564	37			109			740						1000	
63+000.00	63+999.99	1700	125	11	1564	6256	15			45			333						1000	
64+000.00	64+999.99	1700	42	41	1617	6468				8			61						1000	Via tapada desde 420 hasta 500
65+000.00	65+999.99	1700	208	6	1486	5944				7			50						1000	
66+000.00		1700	22	2	1676	6704	74			181			1368						1000	Desvio Incompleto
66+300 ESTACION EL QUINCHE														180	X					
														200		X				
														300		X				
	66+999.99																			
67+000.00	67+999.99	1700	2	5	1693	6772				8			65						1000	La mayoría Tapada
68+000.00	68+999.99	1700	4	10	1686	6744				6			48						1000	
69+000.00	69+999.99	1700	2	7	1691	6764				5			55						1000	
70+000.00		1700	5	15	1680	6720	3			11			105						1000	La mayoría Tapada
70+800 ESTACION ASCAZUBI														800	X					
	70+999.99																			La mayoría Tapada
71+000.00	71+999.99	1700	8	11	1681	6724				6			43						1000	La mayoría Tapada
72+000.00	72+999.99	1700	10	9	1681	6724				9			65						1000	La mayoría Tapada
73+000.00	73+999.99	1700	2	10	1688	6752	5			18			130						1000	
74+000.00	74+999.99	1700	4	7	1689	6756	50			127			900						1000	
75+000.00	75+999.99	1700	5	17	1678	6712	16			48			346	900	X				1000	La mayoría Tapada
76+000.00	76+999.99	1700	5	9	1686	6744				6			44						1000	
77+000.00	77+999.99	1700	6	8	1686	6744				9			65						1000	La mayoría Tapada
78+000.00	78+999.99	1700	8	14	1678	6712				7			50						1000	
79+000.00	79+999.99	1700	3	13	1684	6736	12			35			245						1000	La mayoría Tapada
80+000.00	80+999.99	1700	2	11	1687	6748	2			11			72						1000	Falta una riel desde 0 hasta 50
81+000.00	81+999.99	1700	8	15	1677	6708				8			50						1000	falta riel
82+000.00		1700	6	11	1683	6732							65						1000	
82+700 ESTACION OTON										9				700	X					
	82+999.99																			Desvío
83+000.00	83+999.99	1700	7	15	1678	6712				10			72						1000	
84+000.00	84+999.99	1700	11	20	1669	6676	95			225			1613						1000	Derumbes
85+000.00	85+999.99	1700	13	11	1676	6704	168			412			2974						1000	Derumbe pequeño



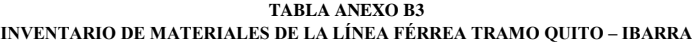
TABLA ANEXO B3  
 INVENTARIO DE MATERIALES DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA

KILOMETRO		DURMIENTES				CLAVOS Faltantes	RIELES			CHAVETAS			PERNOS A cambiar o completar	ABSCISA DE REFERENCIA	APARATOS DE LA VIA Condicion		ABSCISA DE REFERENCIA	PLATAFORMA VIAL m.		OBSERVACIONES
INICIO	FIN	TOT	B	R	M		45 lb	55 lb	70 lb	45 lb	55 lb	70 lb			R	M		CON BALASTO	SIN BALASTO	
86+000.00	86+999.99	1700	15	15	1670	6680				6			43	700	X				1000	Falta riel desde 500
87+000.00	87+999.99	1700	14	31	1655	6620													1000	Falta riel desde 169
88+000.00	88+999.99	1700	10	54	1636	6544				5			20						1000	
89+000.00	89+999.99	1700	15	52	1633	6532				4			15						1000	Faltan 700m de riel
90+000.00	90+999.99	1700	21	61	1618	6472				6			22						1000	Faltan 400m de riel
91+000.00	91+999.99	1700	29	57	1614	6456	22			45			180						1000	Falta de riel
92+000.00	92+999.99	1700	30	71	1599	6396	25			50			210						1000	
93+000.00	93+999.99	1700	44	31	1625	6500	19			35			145						1000	
94+000.00	94+999.99	1700	14	60	1626	6504	23			49			201						1000	
95+000.00	95+999.99	1700	21	41	1638	6552	10			22			85						1000	
96+000.00	96+999.99	1700	21	51	1628	6512	13			24			115						1000	
97+000.00	97+999.99	1700	31	52	1617	6468	10			22			89						1000	
98+000.00	98+999.99	1700	45	60	1595	6380	4			12			49						1000	Abscisa 200 falta riel
99+000.00	99+999.99	1700	51	69	1580	6320	4			7			27						1000	
100+000.00	100+999.99	1700	53	89	1558	6232	11			28			112	150	X				1000	Desvío
101+000.00		1700	45	76	1579	6316	14			20			78				200		1000	
101+200 ESTACION CANGAHUA																				
	101+999.99																			
102+000.00	102+999.99	1700	61	72	1567	6268	6			10			61						1000	
103+000.00	103+999.99	1700	33	70	1597	6388				15			69						1000	
104+000.00	104+999.99	1700	54	51	1595	6380				6			56	950	X				1000	
105+000.00	105+999.99	1700	38	62	1600	6400	3			4			88				500		1000	
106+000.00	106+999.99	1700	41	50	1609	6436				9			56						1000	
107+000.00	107+999.99	1700	35	41	1624	6496				4			50						1000	
108+000.00	108+999.99	1700	15	42	1643	6572	11			13			75							
109+000.00	109+999.99	1700	24	53	1623	6492				20			37	950	X		0		1000	Cruce a la vía panamericana
110+000.00		1700	17	164	1519	6076				7			66						1000	Todo tapado
110+000 ESTACION CAYAMBE																				
	110+999.99																			
111+000.00	111+999.99	1700	30	56	1614	6456														
112+000.00	112+999.99	1700	34	60	1606	6424														
113+000.00		1700	44	55	1601	6404											500		1000	Todo tapado
113+500 ESTACION TABACUNDO														500	X					
	113+999.99																			
114+000.00	114+999.99	1700	70	63	1567	6268													1000	
115+000.00	115+999.99	1700	61	60	1579	6316													1000	
116+000.00	116+999.99	1700	52	56	1592	6368													1000	Todo tapado
117+000.00		1700	48	56	1596	6384													1000	Todo tapado
117+200 ESTACION TUPIGACHI														200	X					Desvío
	117+999.99																			
118+000.00	118+999.99	1700	41	40	1619	6476													1000	Todo tapado
119+000.00	119+999.99	1700	42	63	1595	6380	3			15			65						1000	
120+000.00	120+999.99	1700	39	70	1591	6364	6			20			92						1000	
121+000.00	121+999.99	1700	62	48	1590	6360	25			56			115						1000	
122+000.00	122+999.99	1700	54	52	1594	6376	26			67			135						1000	
123+000.00	123+999.99	1700	51	54	1595	6380													1000	Todo tapado, derrumbes pequeños
124+000.00		1700	64	57	1579	6316													1000	
124+500 ESTACION CAJAS														500	X					Desvío
	124+999.99																			
125+000.00	125+999.99	1700	31	33	1636	6544				8			58						1000	
126+000.00	126+999.99	1700	15	45	1640	6560				9			65						1000	
127+000.00	127+999.99	1700	21	25	1654	6616				7			50						1000	
128+000.00	128+999.99	1700	40	14	1646	6584				6			43						1000	
129+000.00	129+999.99	1700	0	0	1700	6800				9			65						1000	
130+000.00	130+999.99	1700	11	39	1650	6600				9			65						1000	



TABLA ANEXO B3  
 INVENTARIO DE MATERIALES DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA

KILOMETRO		DURMIENTES Existentes				CLAVOS Faltantes	RIELES Dañados o Faltantes			CHAVETAS A cambiar			PERNOS A cambiar o completar	ABSCISA DE REFERENCIA	APARATOS DE LA VIA Condicion		ABSCISA DE REFERENCIA	PLATAFORMA VIAL m.		OBSERVACIONES
INICIO	FIN	TOT	B	R	M		45 lb	55 lb	70 lb	45 lb	55 lb	70 lb			R	M		CON BALASTO	SIN BALASTO	
131+000.00	131+999.99	1700	9	64	1627	6508	2			8			58						1000	Aparatos incompletos
132+000.00	132+999.99	1700	18	71	1611	6444				12			86	600	X				1000	Via tapada desde 700 hasta 990
133+000.00	133+999.99	1700	10	84	1606	6424				8			58						1000	
134+000.00	134+999.99	1700	18	64	1618	6472				7			50						1000	
135+000.00	135+999.99	1700	64	61	1575	6300				6			43						1000	
136+000.00	136+999.99	1700	18	70	1612	6448				5			36						1000	
137+000.00		1700	21	61	1618	6472	2			12			86						1000	
137+500 ESTACION SAN RAFAEL														500		X				Desvio incompleto, pocos tramos vistos
	137+999.99																			Tapada la riel superficialmente
138+000.00	138+999.99	1700	31	33	1636	6544				7			50						1000	
139+000.00	139+999.99	1700	28	42	1630	6520				6			43						1000	
140+000.00	140+999.99	1700	25	41	1634	6536				6			43						1000	En abscisa 020 Puente destruido
141+000.00	141+999.99	1700	24	58	1618	6472				8			58						1000	
142+000.00	142+999.99	1700	20	34	1646	6584	3			15			108						1000	
143+000.00	143+999.99	1700	35	26	1639	6556	24			65			468						1000	
144+000.00	144+999.99	1700	14	21	1665	6660				7			50						1000	
145+000.00	145+999.99	1700	11	34	1655	6620				9			65						1000	
146+000.00		1700	18	9	1673	6692				6			43						1000	
146+700 ESTACION OTAVALO														700		X				Desvio completo
	146+999.99																			
147+000.00	147+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
148+000.00	148+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
149+000.00	149+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
150+000.00	150+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
151+000.00	151+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
152+000.00	152+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
153+000.00		1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
153+000 ESTACION ILUMAN																				
	153+999.99																			
154+000.00	154+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
155+000.00	155+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
156+000.00		1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
156+600 ESTACION SAN ROQUE																				
	156+999.99																			
157+000.00	157+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
158+000.00	158+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
159+000.00	159+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
160+000.00		1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
169+100 ESTACION ATUNTAQUI																				
	160+999.99																			
161+000.00	161+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
162+000.00		1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
162+500 ESTACION NATABUELA																				
	162+999.99																			
163+000.00	163+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
164+000.00	164+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
165+000.00		1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
165+500 ESTACION SAN ANTONIO																				
	165+999.99																			
166+000.00	166+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
167+000.00		1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
167+700 ESTACION AYALA																				
	167+999.99																			
168+000.00	168+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía
169+000.00	169+999.99	1700	1700	0	0	0												1000		Totalmente Rehabilitada la vía

[illegible]

**TABLA ANEXO B4**  
**INVENTARIO DE Puentes DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA**

ABSCISA (km)	ESTRUCTURA (MATERIAL)				LUZ LIBRE (m)	ANCHO (m)	ESTADO PUENTE			OBSERVACIONES
	MAM. PIEDRA	HORMIGÓN	METÁLICO	MADERA			BUENO	REGULAR	MALO	
5+325.00		X			40	5		X		Usado para peatones
20+100.00		X			25	5		X		
25+000.00	X				16	5		X		
34+800.00			X		34	4		X		Puente rio Chiche. Reemplazar todas las vigas
46+900.00			X		48	5			X	Puente en estado de corrosión
59+900.00			X		10	2		X		Vigas y ciertos elementos en mal estado
64+637.00			X		46	5		X		Vigas de madera podridas. Reemplazar todas
105+100.00	X				38	5			X	Estructura general en mal estado
112+250.00	X				36	4			X	Estructura general en mal estado
140+020.00			X		N/A	N/A			X	El puente ya no se encuentra en esta parte de la quebrada
152+200.00			X		15	2,5		X		
161+000.00			X		6	4			X	Todas las vigas se encuentran en mal estado. Reemplazarlas
164+600.00	X				54	5		X		
164+800.00			X		7	2			X	Todas las vigas se encuentran en mal estado. Reemplazarlas
166+100.00			X		4	2	X			Todas las vigas se encuentran en mal estado. Reemplazarlas
166+400.00			X		14	4,5			X	Puente necesita reparación vigas en total mal estado.
166+600.00			X		5	2			X	Vigas en mal estado, estructura necesita repararse
167+300.00	X				20	4			X	
167+800.00	X				15	4		X		
168+300.00	X				20	4			X	Puente necesita reparación.
169+200.00			X		24	4,5		X		Vigas en mal estado, estructura necesita repararse
170+700.00			X		36	4		X		Vigas en mal estado, estructura necesita repararse
171+800.00			X		36	4			X	Vigas en mal estado, estructura necesita repararse

**TABLA ANEXO B5**  
**INVENTARIO DE TÚNELES DE LA LÍNEA FÉRREA TRAMO QUITO – IBARRA**

ABSCISA	ESTRUCTURA		LONGITUD	ANCHO	SITUACION			OBSERVACIONES
km	CON REVESTIMIENTO	SIN REVESTIMIENTO	(m)	(m)	BUENA	REGULAR	MALA	
4+909	X		78	4,5	X			Mantenimiento y limpieza, Cruce con vía Oriental
5+135		X	42	5	X			Mantenimiento y limpieza, revestimiento en cabecera, pequeñas fisuras
36+775		X	25	4,5	X			Durmientes en buen estado en el tunel, pequeñas fisuras
36+860		X	142	4,5	X			Durmientes en buen estado en el tunel, pequeñas fisuras
37+000		X	90	4,5	X			Mantenimiento y limpieza
38+210		X	67	4,5	X			Mantenimiento y limpieza, revestimiento en cabecera, pequeñas fisuras
38+360		X	63	4,5	X			Revestida las cabeceras y por zonas
48+350	X		220	4,5	X			No hay drenaje de agua, durmientes en buen estado
61+140	X		38	4,5	X			Partes agrietadas
61+310		X	140	4,5		X		Parte de cúpula desprendida, durmientes en buen estado
65+500		X	97	4,5	X			Derrumbe en entrada
66+155	X		30	4,2	X			Mampostería de piedra en toda su longitud
91+415	X		167	4,5	X			No hay cunetas de drenaje, cabezas revestidas